



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

---

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Navale

TESI DI LAUREA SPECIALISTICA

**PRODUCTION ENGINEERING  
DI SCAFO E ALLESTIMENTO  
PER UNA NAVE DA CROCIERA PROTOTIPO**

Laureando:  
**Arturo de Luyk**

Relatore:  
**Prof. Ing. Marco Biot**

Correlatore:  
**Ing. Alessandro Nevierov**

---

ANNO ACCADEMICO 2009-2010

---

# Indice

---

<i>Prefazione</i>	<i>I</i>
<b>Capitolo 1</b> <i>Gestione delle commesse navali in ambito Fincantieri</i>	<i>1</i>
<b>1.1</b> <b>Struttura dell’Azienda</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b> <b>Sintesi dei principali dati economici</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b> <b>Organizzazione aziendale per lo sviluppo del prodotto nave</b>	<b>6</b>
<b>1.4</b> <b>Gestione e ciclo di vita di una commessa navale</b>	<b>8</b>
1.4.1 Fase di Acquisizione Commessa (pre-contrattuale)	10
1.4.2 Fase di Avvio (post-contrattuale)	15
1.4.3 Fase di Sviluppo del Prodotto	16
1.4.4 Fase di Produzione e Consegna	21
1.4.5 Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita	24
<b>1.5</b> <b>Organizzazione della Produzione in Stabilimento</b>	<b>24</b>
<b>1.6</b> <b>La “Work Breakdown Structure” (WBS)</b>	<b>30</b>
1.6.1 Codifica degli elementi di WBS	33
<b>Capitolo 2</b> <i>Attività dell’Ufficio Metodi (MET): la Production Engineering (P.E.)</i>	<i>37</i>
<b>2.1</b> <b>Macroattività di P.E. e flusso produttivo</b>	<b>37</b>
<b>2.2</b> <b>Programma Standard delle attività di P.E.</b>	<b>40</b>
<b>2.3</b> <b>Dettaglio delle attività/documentazione di P.E. di 1° Livello</b>	<b>46</b>
<b>2.4</b> <b>Dettaglio delle attività/documentazione di P.E. di 2° Livello</b>	<b>63</b>
2.4.1 P.E. di Scafo	63
2.4.2 P.E. di Allestimento	68
2.4.3 Altri documenti di P.E.	78
2.4.4 Logistica di Stabilimento	78

---

<b>Capitolo 3</b>	<b><i>Pianificazione e Programmazione mediante l'ausilio di un simulatore a eventi discreti: la suite TECNOMATIX®</i></b>	<b>81</b>
<b>3.1</b>	<b>La simulazione ad eventi discreti</b>	<b>82</b>
<b>3.2</b>	<b>Il re-engineering del processo di P.E. in Fincantieri</b>	<b>84</b>
<b>3.3</b>	<b>La suite TECNOMATIX</b>	<b>86</b>
3.3.1	Le Mappe di Processo	87
3.3.2	I modelli di simulazione dei Cantieri	94
<b>3.4</b>	<b>Architettura e logica di funzionamento del sistema TECNOMATIX</b>	<b>96</b>
<b>3.5</b>	<b>“Use Case” operativi del sistema</b>	<b>98</b>
3.5.1	Creazione della Distinta di Prodotto: il Product Tree	99
3.5.2	Creazione della Distinta di Pianificazione (WBS Attività): l’Operation Tree	102
3.5.3	Definizione del Calendario	105
3.5.4	Definizione del Cantiere	106
3.5.5	Editing del Programma Imbarchi	108
3.5.6	Verifica del Programma Imbarchi sull’Officina di Premontaggio: Simulazione PRS	112
	Introduzione ai Modelli di Simulazione del Sistema	112
	Simulazione di PRS	115
3.5.7	Editing del Target di Commessa	121
3.5.8	Lottificazione	124
3.5.9	Editing del Programma Allacciamento Centri (PAC): Simulazione PRF+NAV	128
<b>3.6</b>	<b>Schematizzazione riassuntiva del flusso dei dati nel sistema</b>	<b>139</b>
<b>Capitolo 4</b>	<b><i>Evoluzione attuale: implementazione in Tecnomatix delle attività di Pre-Allestimento</i></b>	<b>141</b>
<b>4.1</b>	<b>Modello dei Dati</b>	<b>143</b>
4.1.1	Definizione della Pallet List e dei Pallet	143
(A)	Caso di Nave Prototipo: Creazione dei Pallet	146
(B)	Caso di Nave Ripetuta: Import della “Pallet List”	149
4.1.2	Organizzazione dei Piani di Montaggio (P.d.M.)	150
(A)	Caso di Nave Prototipo: Creazione dei Piani di Montaggio	152
(B)	Caso di Nave Ripetuta: Import dei Piani di Montaggio	153
<b>4.2</b>	<b>Simulazione</b>	<b>153</b>
<b>4.3</b>	<b>Calcolo delle date di occorrenza dei Pallet e Programmazione dei Piani di Montaggio</b>	<b>155</b>
4.3.1	Calcolo delle Date di Occorrenza dei Pallet	155

---

4.3.2	Programma dei Piani di Montaggio	156
<b>Allegati:</b>		<b>158</b>
A	– Sigle Tipologia Pallet	158
B	– Tipologie di Pallet da utilizzate e attivate in Tecnomatix	160
C	– Codifiche dei Pallet in base alla S.R. di appartenenza	163
<b>Capitolo 5 Caso applicativo: test dell'implementazione Allestimento su nave da crociera Prototipo</b>		<b>165</b>
<b>5.1</b>	<b>La Costruzione in esame: C.6223</b>	<b>165</b>
<b>5.2</b>	<b>Analisi della Zona presa in esame e stesura della Pallet List</b>	<b>167</b>
<b>5.3</b>	<b>Test di operatività del sistema Tecnomatix – Allestimento</b>	<b>169</b>
5.3.1	Creazione degli oggetti Pallet List e PaNave (Distinta dei P.d.M.)	170
5.3.2	Creazione della Pallet List della C.6223	170
5.3.3	Creazione della Distinta dei Piani di Montaggio della C.6223	175
<b>5.4</b>	<b>Simulazione</b>	<b>178</b>
<b>5.5</b>	<b>Principali problematiche riscontrate</b>	<b>185</b>
<b>5.6</b>	<b>Richieste di modifica e proposte di implementazione</b>	<b>186</b>
5.6.1	Gestione del pre-allestimento delle Sezioni (S.R. 7000)	186
5.6.2	Gestione dei dati dei Pallet direttamente dal Product Tree	187
5.6.3	Gestione dei Piani di Montaggio	188
<b>Appendice</b>		<b>189</b>
<b>Allegati:</b>		<b>191</b>
A	– Suddivisione in Unità di Imbarco della C.6223	192
B	– Programma Imbarchi della C.6223	193
C	– Target per U.d.I. della Zona Z della C.6223	194
D	– Tavole	195
E	– Esploso Blocchi e Sezioni della Zona Z	198
F	– Codifica dei Pallet e dei Piani di Montaggio (P.d.M.)	204
<b>Conclusioni</b>		<b>205</b>
<b>Bibliografia</b>		<b>209</b>
<b>Ringraziamenti</b>		<b>211</b>



# Prefazione

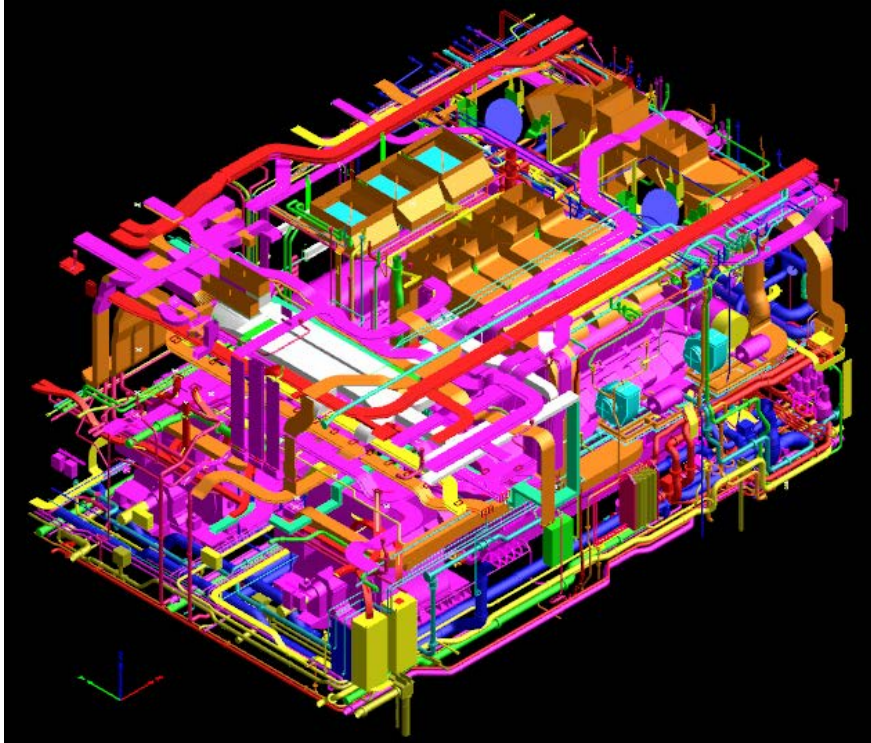
Questo lavoro di Tesi affronta l'analisi delle attività di Production Engineering (P.E.) svolte presso Fincantieri – Cantieri Navali Italiani S.p.A, Azienda che negli ultimi anni ha puntato molto sull'aggiornamento delle metodologie di pianificazione e programmazione delle attività produttive. L'attenzione che l'Azienda sta dedicando ai metodi di P.E. ha origine dalla convinzione che per elevare la competitività è necessario monitorare con continuità le *performance* del sistema di P.E., in modo da trasformare i suoi attuali limiti in occasioni di miglioramento.

Nello specifico il lavoro è stato sviluppato presso l'Ufficio Metodi Centrale del Gruppo, nell'ambito del programma di informatizzazione del processo di P.E. relativo alle due attività principali in cui si può scomporre il processo produttivo di una grande nave da crociera: la produzione dello Scafo e l'Allestimento dell'impiantistica (e degli arredamenti). L'impatto sui processi di P.E. aziendali associato all'impiego di un software dedicato, sviluppato "in house" e tuttora in forte fase di sviluppo, verrà trattato nel presente lavoro.

Con Production Engineering si intende il processo di industrializzazione integrata del prodotto (in questo caso la nave) che, attraverso la definizione dei criteri fondamentali di realizzazione di tutti i suoi aspetti (Scafo e Allestimento), individua le migliori modalità costruttive in funzione delle risorse disponibili nello Stabilimento e gli investimenti eventualmente necessari in quest'ultimo e/o specifici per la nave al fine di ottimizzarne i costi e i tempi di realizzazione.

Si intuisce quindi come, a seguito di una buona progettazione, un'attenta attività di P.E. giochi un ruolo strategico a livello aziendale per il successo del prodotto in un mercato globale e fortemente competitivo come quello della costruzione navale. Questo infatti è caratterizzato da una continua riduzione dei budget economici disponibili per l'acquisizione di una commessa (con conseguente e necessaria riduzione dei costi), da una crescente riduzione dei tempi del ciclo di vita del prodotto nave (*time to market*, inteso a partire dai primi contatti commerciali tra l'Azienda e l'Armatore fino al termine del periodo di garanzia post consegna), da un'elevata complessità organizzativa dovuta alla presenza di un ampio numero di fornitori (interni ed esterni) e di tecnologie da coordinare entro tempi, costi e spazi limitati e infine, come nel caso di Fincantieri, dalla necessità di coordinare il tutto su più Stabilimenti con caratteristiche differenti.

Da quanto detto risulta pertanto che la P.E. assume un ruolo fondamentale se il prodotto in questione è caratterizzato da un elevatissimo grado di complessità tecnica (si veda Fig. 1) e gestionale tale da renderlo unico nel suo genere qual è una grande nave da crociera.



**Fig. 1** - Esempio di coordinamento impiantistico (P.E. Allestimento) per un volume di Locale Apparato Motore.

Con l'obiettivo di razionalizzare e standardizzare l'approccio alla programmazione operativa della produzione su tutti gli Stabilimenti del Gruppo e la documentazione utilizzata, l'Ufficio Metodi Fincantieri (responsabile dello sviluppo della P.E.) ha deciso di dotarsi di uno strumento informatico capace di supportare le attività di pianificazione e programmazione della produzione scafo e delle attività di allestimento in tutte le sue fasi e su tutti gli Stabilimenti del Gruppo.

L'iniziativa si è concretizzata con l'avvio, nel 2003, di un progetto per lo sviluppo "in house" di un software in collaborazione con SIEMENS PLM-Software, azienda leader nella creazione di soluzioni di *digital manufacturing*. La soluzione adottata si basa su alcuni software della suite TECNOMATIX® di Siemens, sistema basato su un'architettura aperta, risultando perciò flessibile e completamente scalabile sulle effettive necessità dell'Azienda.

La logica di funzionamento del sistema è alquanto complessa come si può intuire dalla Fig.2 che descrive il flusso di dati tra operatori e il sistema.

In una prima fase è stata implementata solo la parte scafo che tuttora è in fase di evoluzione per quanto riguarda la creazione di un Database di "Navi di Riferimento" e "Mappe di Processo" (MdP) da poter utilizzare nel caso di "Navi Ripetute".

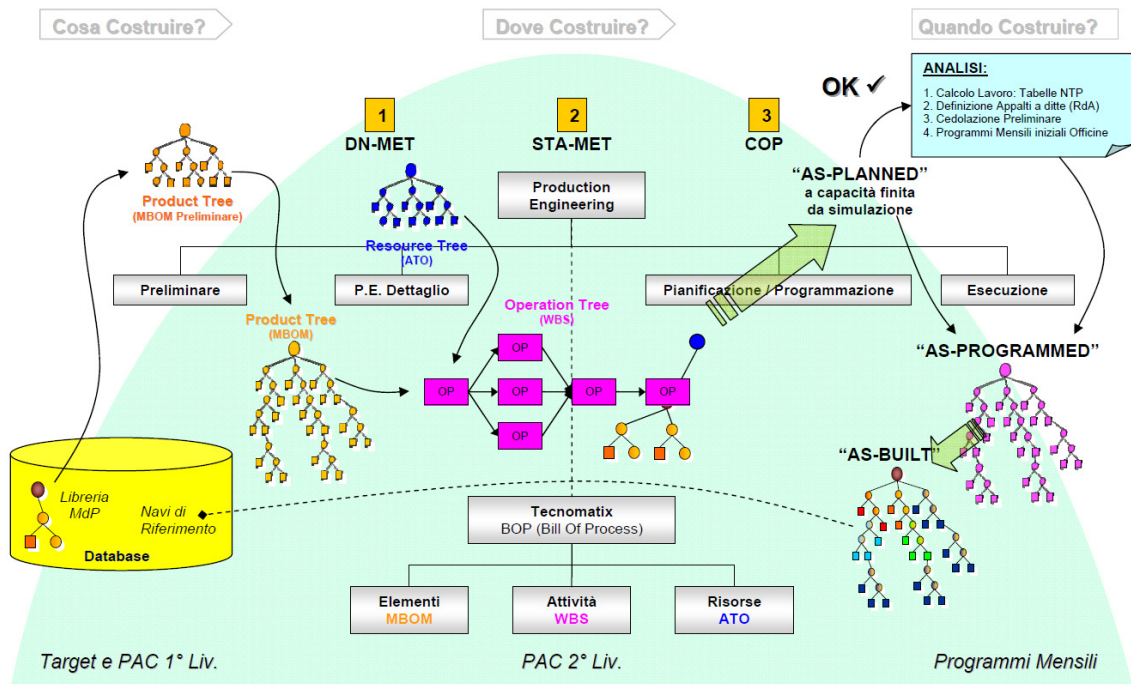


Fig. 2 - Schematizzazione del flusso nel sistema Tecnomatix.

Visti i notevoli miglioramenti ottenuti in termini di razionalizzazione ed elevazione della qualità della programmazione operativa della produzione, si è deciso di implementare lo strumento anche per quanto riguarda l'Allestimento, introducendo la possibilità (gennaio 2011) di gestire le attività di pre-allestimento a terra dei Blocchi e delle Sezioni di scafo.

In questo contesto si inseriscono le indagini condotte nel lavoro di Tesi, incentrato sulla discussione dei test preliminari effettuati su tale implementazione con riferimento a una nave da crociera prototipo di prossima realizzazione. L'obiettivo è quello di verificare la congruenza del sistema con la "Specifica Funzionale" concordata tra Fincantieri e Siemens in modo da individuare, oltre ad eventuali malfunzionamenti, le possibili aree di ulteriore miglioramento e sviluppo.

Per cercare di dare una spiegazione chiara e contestualizzare l'utilizzo di tale software all'interno della realtà aziendale, partendo dalla descrizione della logica di funzionamento del sistema, il lavoro è stato sviluppato con il proposito di costruire una linea guida generale che permetta a un utente esperto di tecnica navale di acquisire le più razionali competenze operative nell'utilizzo del sistema nell'attività di P.E..

Basandosi su questo criterio, nel Capitolo 1 si è andati ad analizzare la complessità della gestione di una commessa navale e come questa viene affrontata da Fincantieri. In questo modo si è potuto introdurre tutta una serie di terminologie e concetti indispensabili per la comprensione degli argomenti esposti successivamente, nonché collocare l'attività di Production Engineering all'interno del sistema aziendale. Quest'ultima è stata ampiamente approfondita, sia per quanto riguarda lo scafo sia per l'allestimento, nel Capitolo 2, analizzando tutte le fasi in cui viene sviluppata. Nel Capitolo 3 viene quindi presentato il sistema Tecnomatix,



descrivendone la logica di funzionamento e fornendo una linea guida sul suo utilizzo operativo per quanto concerne la parte scafo. Nel Capitolo 4 si introduce invece la strategia di applicazione di Tecnomatix, concordata tra Fincantieri e Siemens, per la pianificazione operativa del pre-allestimento dei Blocchi e delle Sezioni, illustrandone le nuove funzionalità introdotte. Infine, nel Capitolo 5, viene sviluppato un caso applicativo relativamente a una Zona di Locale Apparato Motore (Zona Z) di una nave da crociera prototipo di prossima costruzione. In particolare, in tale Capitolo, si illustrano i test eseguiti a convalida della nuova implementazione (pre-allestimento), si discutono le criticità da noi evidenziate e, sulla base di queste, si formulano alla *softwarehouse* le richieste di modifica/miglioramento per una migliore operatività del programma.

Nello specifico, uno degli aspetti fondamentali emersi è che i processi implementati nel sistema possiedono un'elevata aderenza concettuale con la filosofia di P.E. messa a punto da Fincantieri e che costituisce le *best practice* acquisite in anni di leadership nel settore della costruzione di grandi navi da crociera tecnologicamente avanzate. Tuttavia, a fronte delle verifiche effettuate, si è riscontrata una specifica carenza funzionale che dovrà essere necessariamente corretta e per la quale si è avanzata una possibile soluzione.

Da ultimo, sono anche proposti possibili futuri sviluppi del programma.

# Capitolo 1

## Gestione delle commesse navali in ambito Fincantieri

Una nave è un prodotto ad elevato contenuto tecnico, tecnologico e componentistico, con connotati molto caratteristici a seconda della tipologia, la cui realizzazione richiede la compartecipazione di numerosi attori con diverse conoscenze (ingegneristiche, tecniche, economiche e giuridiche) e capacità (organizzative, gestionali, decisionali, ecc.).

Una commessa navale è dunque un prodotto particolarmente complesso, caratterizzato dallo svolgimento di molte fasi/attività interconnesse e spesso sovrapposte. Quest'ultimo aspetto rende il processo di costruzione navale decisamente diverso da qualsiasi altro impiegato per la realizzazione di un prodotto complesso.

Fincantieri, azienda leader mondiale nella costruzione di grandi navi da crociera ad elevato contenuto tecnologico, ha consolidato una metodologia di Project Management per la gestione di una commessa navale, basata sull'individuazione di un "Ciclo di vita della commessa" suddiviso in alcune macro-fasi principali che verranno descritte in questo Capitolo. Ciò si sostanzierà nell'illustrare la struttura organizzativa (a livello tecnico) dell'azienda, in particolare individuando la collocazione delle attività di competenza dell'Ufficio Metodi e, da ultimo, ma non per questo meno importante, nell'introdurre tutta una serie di terminologie e sigle di uso comune aziendale, indispensabili per affrontare in seguito la tematica trattata in questa tesi.

### 1.1 Struttura dell'Azienda

L'azienda, nata nel 1959 come Società Finanziaria Cantieri Navali – Fincantieri S.p.A., si è trasformata nel 1984 in società operativa, a seguito della fusione per incorporazione di otto società da essa controllate, operanti nel campo della costruzione e riparazione navale e della

realizzazione di componenti meccaniche e motori diesel.

Ad oggi, il capitale sociale (pari a 633.48 mln/€) è detenuto per il 99.36% da Fintecna – Finanziaria per i Settori Industriali e dei Servizi S.p.A.<sup>1</sup> mentre la parte restante è distribuita tra azionisti privati [1].

A Trieste si trovano la sede della società e gli uffici di Corporate che svolgono attività di supporto, indirizzo e coordinamento delle unità di business e delle società controllate.

I due maggiori centri di progettazione sono situati a Trieste (tra i più grandi in Europa) e a Genova. In quest'ultima, opera anche il CETENA (CEntro per gli studi di TEcnica NAVale) che svolge e promuove attività di ricerca fondamentale, di base e applicata nel settore della costruzione e propulsione navale, nonché nel comparto marino in generale e opera come coordinatore o partner all'interno di consorzi di ricerca europei, anche in collaborazione con Università, istituzioni scientifiche e centri di ricerca sia nazionali che esteri.

L'organizzazione di Fincantieri è strutturata in cinque **business units**, che riflettono le specificità dei vari mercati in cui essa opera. Queste sono: *Navi Mercantili, Navi Militari, Mega Yachts, Riparazione e Trasformazioni Navali, Sistemi e Componenti Navali*.

In Italia, le business units si avvalgono di un network produttivo costituito da 10 stabilimenti (sette per la costruzione di nuove commesse e tre per le Riparazioni e Trasformazioni navali) che operano in modo fortemente integrato, e due unità produttive dedicate alla fabbricazione di sistemi e componenti meccaniche.

Fanno parte del Gruppo Fincantieri, inoltre, alcune società collegate e controllate, tra le quali:

- **Orizzonte Sistemi Navali S.p.A.:** società di ingegneria navale, costituita da Fincantieri (51%) e da Finmeccanica (49%), attiva nella progettazione, realizzazione e commercializzazione di unità navali militari ad elevato contenuto tecnologico.

- **Isotta Fraschini Motori S.p.A.:** con sede e produzione a Bari, produce due famiglie di motori diesel ad alte prestazioni, che coprono una gamma da 200 a 2500 kW, adatti sia per impiego navale che per applicazioni industriali. Una delle applicazioni di punta è costituita dai motori e generatori amagnetici per applicazioni militari, che hanno ottenuto importanti affermazioni nel mercato statunitense.

- **Fincantieri Marine Systems North America:** commercializza sul mercato nord americano sistemi e componenti navali (Turbine Industriali), nonché motori Isotta Fraschini, assicurando anche un'attività di service post vendita.

- **Fincantieri Marine Group:** è uno dei principali costruttori navali di medie dimensioni negli







---

<sup>1</sup> FINTECNA, società interamente controllata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, è nata nel novembre 1993 in relazione al piano di ristrutturazione dei settori delle costruzioni, dell'ingegneria civile, e dell'impiantistica facenti capo al gruppo IRI. Quest'ultimo, messo in liquidazione il 27 giugno 2000, è stato incorporato in Fintecna nel 2002, scomparendo così definitivamente.

Stati Uniti e opera per clienti civili ed enti governativi, fra cui la Marina e la Guardia costiera statunitensi. Possiede gli stabilimenti Marinette Marine, Bay Shipbuilding, ACE Marine e Cleveland Shiprepair.

- **CETENA**, di cui si è già detto più sopra.

La macrostruttura del Gruppo nelle sue business units, con associate le diverse realtà produttive e Società controllate, è rappresentata di seguito in Fig. 1.1.

NAVI MERCANTILI			NAVI MILITARI, SPECIALI E MEGA-YACHTS							
AREE	NAVI MERCANTILI		RIPARAZIONI TRASFORMAZIONI		NAVI MILITARI	MEGA-YACHTS	ALTRE ATTIVITÀ			
										
	Navi da Crociera	Navi da Trasporto	Riparazioni Trasformazioni		Navi Militari	Marine Systems	Mega-Yachts	Altre Attività		
PORTAFOLIO PRODOTTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Post Panamax</li> <li>Panamax</li> <li>Mini cruise</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fast ferries</li> <li>Cruise ferries</li> <li>Ro-Pax</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Dry-docking</li> <li>Special surveys</li> <li>Refurbishment</li> <li>Refitting</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Portaerei</li> <li>Sottomarini</li> <li>Fregate</li> <li>Corvette</li> <li>Pattugliatori</li> <li>Navi rifornitrici</li> <li>Cacciatorpedinieri</li> <li>Navi speciali                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Oceanografiche</li> <li>Barges<sup>(1)</sup></li> <li>AHTS</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemi                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Propulsione</li> <li>Stabilizzazione</li> <li>Posiz. dinamico</li> <li>Generazione</li> <li>Sist. automazione navale</li> </ul> </li> <li>Componenti                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Turbine vapore</li> <li>Motori diesel</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luxury yachts &gt;70m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ricerca</li> <li>Ingegneria tecnico logistica</li> <li>Gestione bacini di carenaggio</li> <li>Locazione navale</li> <li>Gestione partecipazioni</li> <li>Supporto finanziario a società del Gruppo</li> <li>Coordinamento</li> </ul>
	SOCIETÀ E UNITÀ OPERATIVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Monfalcone</li> <li>Marghera</li> <li>Sestri Ponente</li> <li>Ancona</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Castellammare di Stabia</li> <li>Ancona</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Palermo</li> <li>Bacini di Trieste</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Muggiano</li> <li>Riva Trigoso</li> <li>FMG LLC</li> <li>Sturgeon Bay</li> <li>Cleveland</li> <li>Marinette Marine Corporation LLC</li> <li>ACE Marine LLC</li> <li>Delfi S.r.l.</li> <li>Orizzonti Sistemi Navali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Riva Trigoso</li> <li>Isotta Fraschini Motori S.p.A.</li> <li>FMSNA Inc.</li> <li>Seastema S.p.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fincantieri S.p.A.</li> <li>Muggiano</li> </ul>

(1) Include produzione e riparazione di barges nell'area dei Grandi Laghi (US)

**Fig. 1.1** - Macrostruttura del Gruppo Fincantieri [1], aggiornata a dicembre 2010.

Erede della grande tradizione italiana in campo navale, Fincantieri è oggi uno dei maggiori gruppi esistenti al mondo, attivo nella progettazione e costruzione di navi mercantili e militari.

È leader mondiale nella produzione di navi complesse, ad alto contenuto tecnologico e di design, in particolar modo navi da crociera e traghetti di grandi dimensioni, ed è operatore di riferimento in campo militare attraverso l'offerta di un'ampia gamma tipologica che comprende navi di superficie e sommergibili.

Nel campo delle riparazioni e trasformazioni navali, in particolare di unità passeggeri ed offshore, offre un servizio su scala mondiale, organizzando l'esecuzione degli interventi presso strutture proprie o di terzi con l'obiettivo di minimizzare i tempi di fermo nave in ottemperanza alle esigenze dei clienti.

Sviluppa e costruisce sistemi in campo navale (stabilizzatori, soluzioni e componenti per la

propulsione e generazione elettrica navale ecc.), turbine industriali, nonché motori diesel destinati ai comparti navale e terrestre attraverso la controllata Isotta Fraschini Motori.

Infine, la capacità di dar vita a progetti complessi e di elevato valore in campo navale ha permesso di intraprendere una nuova sfida: quella di entrare nella ristrettissima nicchia di mercato dei Mega Yachts. Fincantieri infatti, a seguito di un accordo di partnership con Benetti<sup>2</sup> siglato nel 2004 e forte di un'esperienza maturata con oltre 7000 navi costruite, ha preso la decisione strategica di generare eccellenza nell'apice del mercato della nautica di extra-lusso, andando così a formare *Fincantieri Yachts*, una divisione autonoma del gruppo (business unit Mega Yachts) dedicata unicamente alla costruzione di yacht di dimensioni superiori ai 70 metri di lunghezza (230 piedi).

In Italia, Fincantieri occupa uno staff di quasi 9000 addetti di cui circa 1000 ingegneri e circa altri 20000 nell'indotto, per un complessivo di circa 30000 persone che operano secondo un modello produttivo ottimizzato, ispirato alla filosofia di un "unico grande cantiere flessibile e integrato", in grado di progettare, costruire e vendere navi di tutti i tipi, sfruttando le tecnologie di progettazione e produzione più avanzate per garantire qualità e prestazioni di massimo livello.

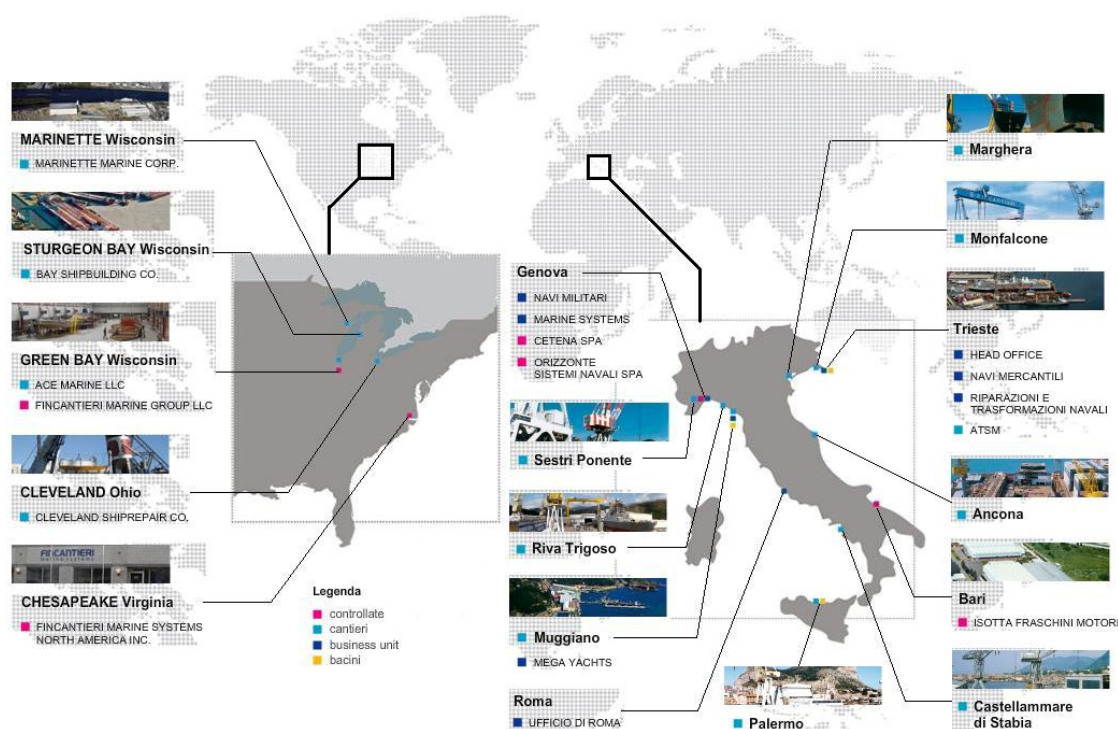


Fig. 1.2 - Distribuzione globale del Gruppo Fincantieri aggiornata a dicembre 2010.

<sup>2</sup> Benetti, leader mondiale nella costruzione di grandi yacht, vanta una tradizione più che centenaria nel settore della costruzioni di imbarcazioni di lusso. Fondata nel 1873, fa parte del gruppo Azimut-Benetti dal 1985 e opera attualmente nei cantieri di Viareggio, Livorno e Fano. Da 10 anni il gruppo risulta al vertice della graduatoria dei costruttori mondiali di yacht di lunghezza compresa fra i 30 e 70 metri.

## 1.2 Sintesi dei principali dati economici

A conclusione di questa breve introduzione sul Gruppo, si riportano nella seguente Tab. 1.1 i principali indicatori economici relativi alla Società, estratti dal Bilancio 2009.

		2009	2008
Ordini (*)	Mln/€	1758	2528
Portafoglio Ordini (*)	Mln/€	10069	10848
Investimenti	Mln/€	83	111
R&D	Mln/€	47	53
Ricavi	Mln/€	3269	2932
Capitale investito netto	Mln/€	1206	899
Patrimonio netto	Mln/€	1055	835
Free cash flow	Mln/€	-372	-179
Navi consegnate (**)	Numero	13	10

(\*) Al netto di elisioni e consolidamenti;

(\*\*) Navi di lunghezza superiore a 40 [m]

Tab. 1.1 - Principali indicatori economici; [1].

La crisi economico-finanziaria globale iniziata nel 2009 condiziona pesantemente anche l'industria cantieristica mondiale con una stasi della domanda che dura ormai da oltre 24 mesi. Con riferimento al diagramma di Fig. 1.3, l'attuale capacità produttiva mondiale risulta essere di circa 55 Mil. tslc, mentre nel corso del 2010 si è verificato un minimo storico di ordini per un valore di 16 Mil. tslc.

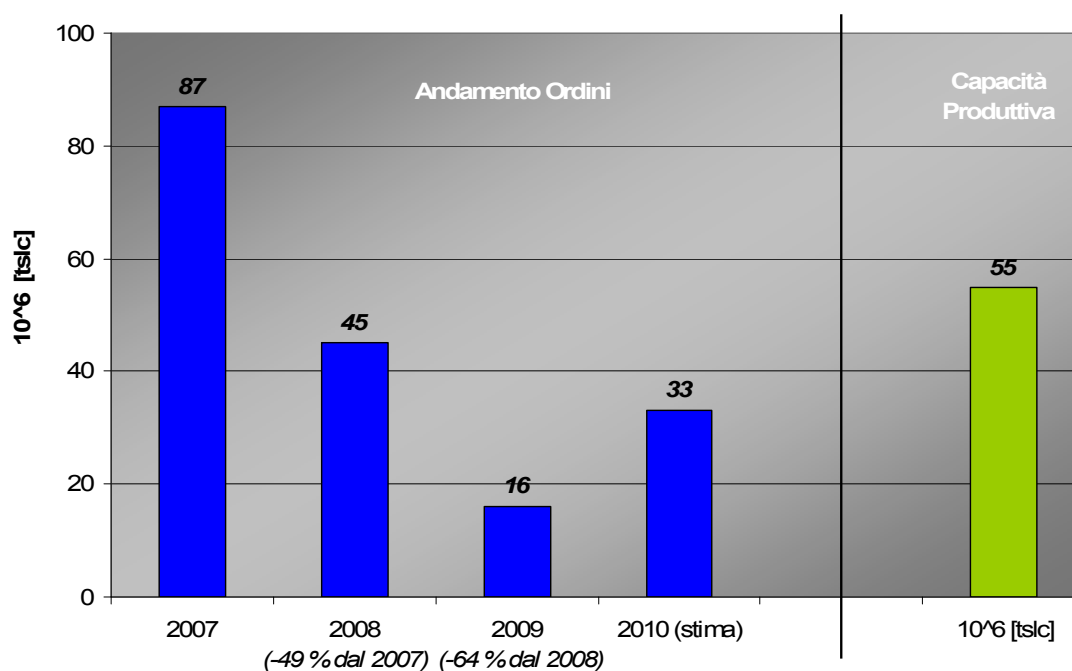


Fig. 1.3 - Andamento globale degli ordini di commesse navali a livello mondiale nel corso degli ultimi quattro anni a fronte dell'attuale capacità produttiva mondiale espressa in milioni di tslc.

Il cospicuo divario tra domanda e offerta si è tradotto in una forte pressione sui prezzi che hanno subito contrazioni dal 15 al 30%, a seconda delle diverse tipologie navali.

Il mercato *cruise*, che rappresenta il “core business” di Fincantieri, conserva tuttavia dei fondamentali sani; l’industria crocieristica prevede infatti un tasso d’incremento dei crocieristi del 3,8% annuo, che dovrebbe teoricamente stimolare una certa continuità d’investimenti in nuove navi, anche se su volumi quasi dimezzati rispetto agli anni precedenti. In questo difficile contesto si impone una forte sfida al mercato che richiede elevata competitività e rapida capacità di innovazione, per poter collocarsi un passo avanti alla concorrenza. Le direzioni verso cui si sta incamminando l’innovazione sono sostanzialmente due: una prima, mirata all’adeguamento alle nuove normative in tema di rispetto ambientale ed *energy saving*. Una seconda, intesa come sviluppo di nuove piattaforme, a partire dalle navi medio piccole, puntando ad esempio sullo sviluppo del segmento dei *cruise-yachts*.

Per questi motivi è stato avviato in campo europeo, sotto il coordinamento di Fincantieri, il progetto cooperativo BESST (Breakthrough in European Ship and Shipbuilding Technologies; 29 milioni/Euro di cui 4.8 in capo a Fincantieri) volto alla definizione di un nuovo piano comune di conoscenza per fronteggiare la concorrenza extraeuropea con prodotti più efficienti sia in termini operativi sia in termini energetici.

Il programma di investimenti del Gruppo, che nel 2009 ha impegnato 83 milioni/Euro, rappresenta la continuazione dei progetti avviati negli esercizi precedenti al fine di accrescere l’efficienza produttiva, oltre agli investimenti per il miglioramento delle condizioni di sicurezza e di rispetto dell’ambiente.

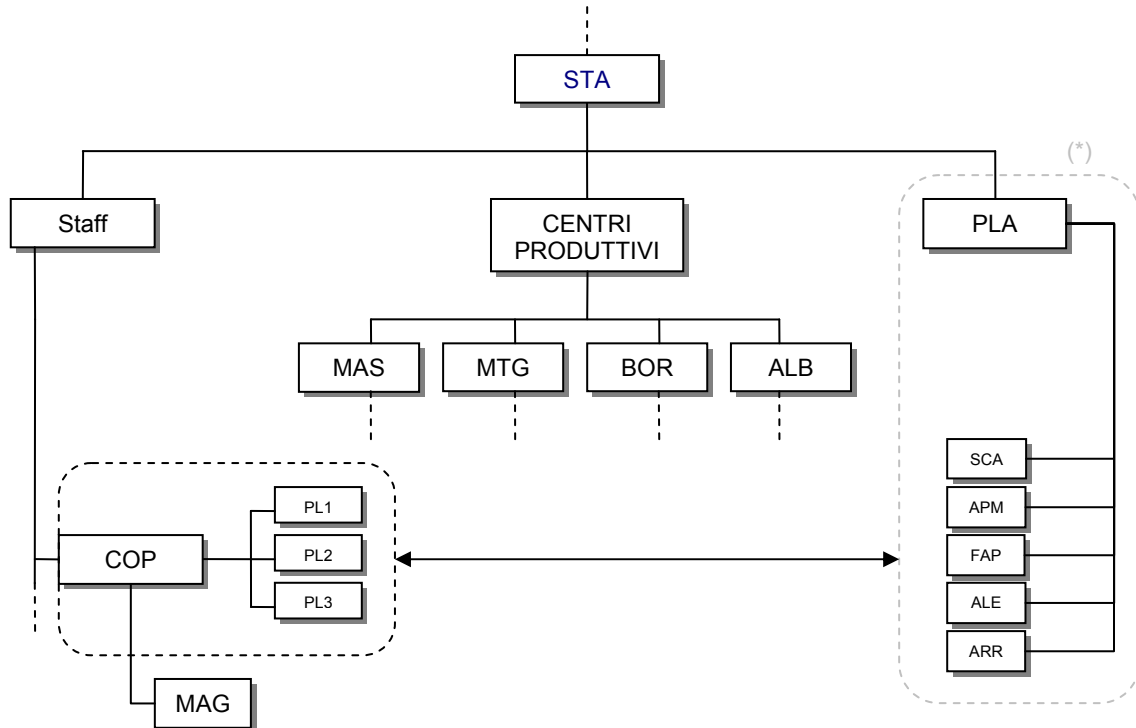
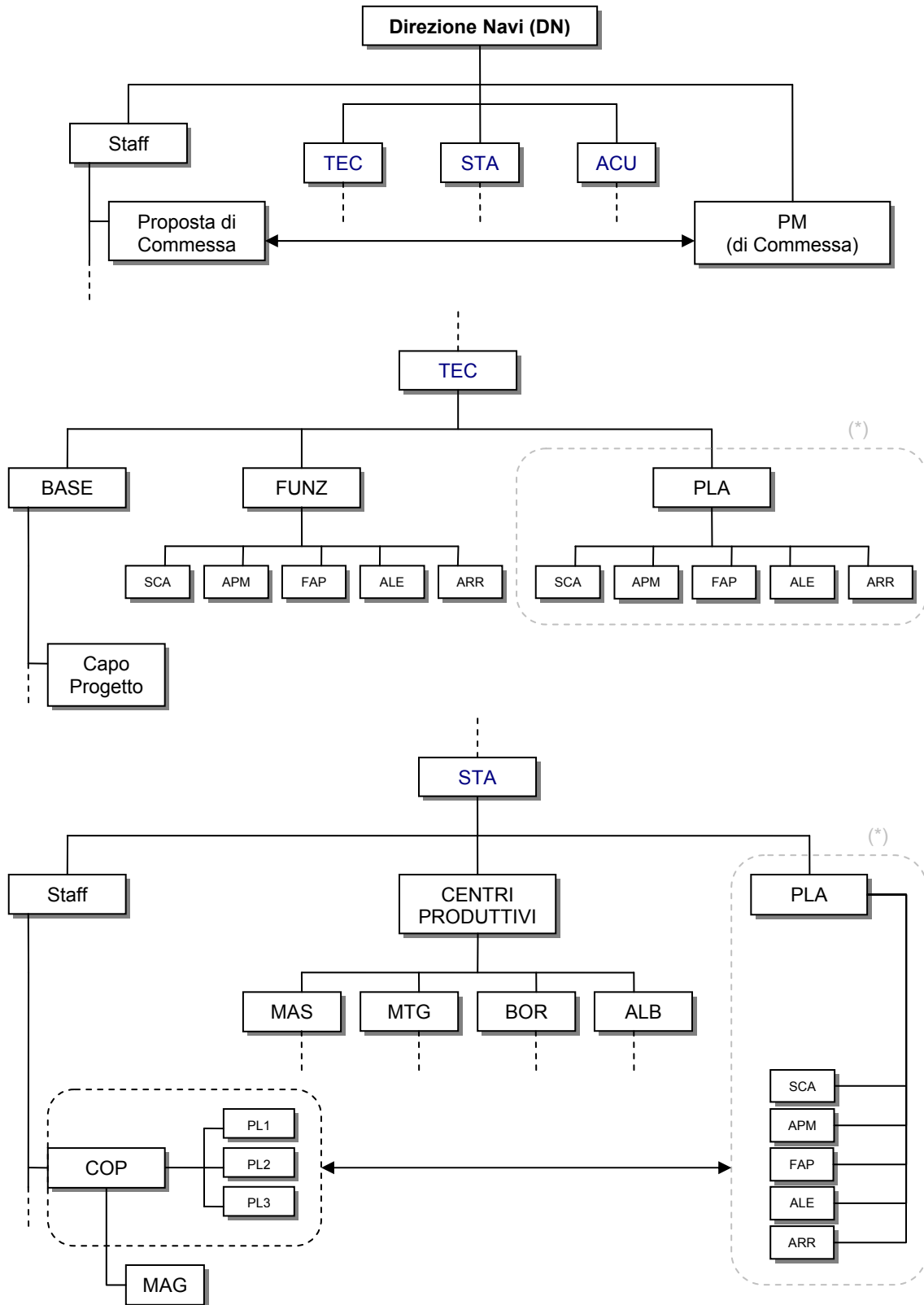
Pur nelle attuali difficoltà, sono inoltre stati investiti 47 milioni/Euro in R&D per lo sviluppo di numerosi progetti relativi a innovazioni di prodotto e di processo. In questo contesto si inserisce anche il progetto “Tecnomatix – MdP”, avviato nel 2003 dall’Ufficio Metodi Fincantieri e che sarà oggetto principale di questa tesi. Dall’avvio nel 2003 a oggi, sono stati investiti in questo progetto circa 2.5 milioni/Euro di cui 1 milione/Euro come R&D il resto come Investimenti.

Da ultimo, le navi consegnate nel 2009 sono state 13.

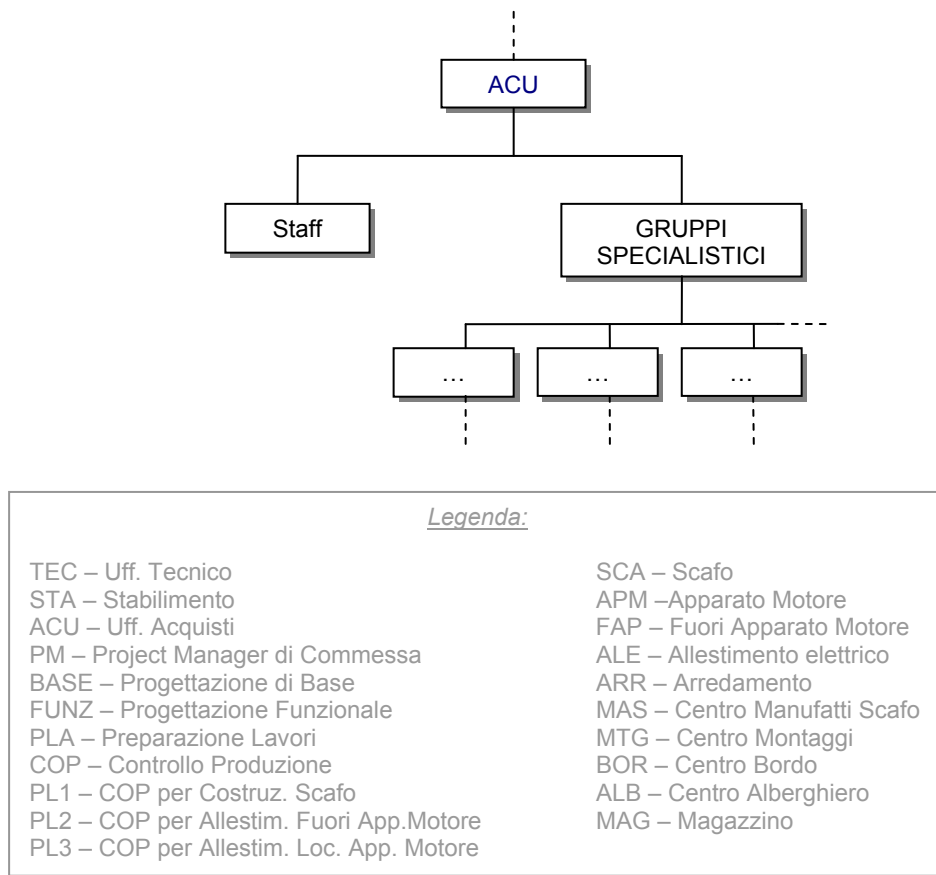
### **1.3 Organizzazione aziendale per lo sviluppo del prodotto nave**

Per poter illustrare quella che è la metodologia di gestione di una commessa navale in Fincantieri, è d’obbligo innanzitutto presentare, in maniera schematica (si veda Fig. 1.4), quella che è la struttura organizzativa dell’Azienda adottata per lo sviluppo del prodotto nave.

Le diverse “voci” presentate nel diagramma di Fig. 1.4 verranno spiegate nei paragrafi a seguire man mano che queste entreranno in gioco.







**Fig. 1.4** - Organizzazione aziendale per lo sviluppo del prodotto nave.

## 1.4 Gestione e ciclo di vita di una commessa navale

Una metodologia di Project Management, sia dal punto di vista teorico che operativo e gestionale, diventa uno strumento indispensabile per una gestione a tutto campo delle imprese che operano su commesse contraddistinte da alti livelli di complessità e incertezze, sia dal punto di vista tecnico sia economico e temporale.

Nel mercato globale della costruzione navale, mantenere nel tempo una “capacità di creare valore” è estremamente complesso e in modo particolare a causa di:

- a) una continua riduzione dei budget economici disponibili per l’acquisizione dell’unità navale, che comporta la necessaria e corrispondente riduzione dei costi di commessa;
- b) una crescente riduzione dei tempi dalla firma del contratto alla consegna (*time to market*), con la necessità di rispondere alle esigenze del mercato del trasporto marittimo sempre più difficile (navi tecnologicamente sempre più complesse) e competitivo;
- c) un elevato grado di incertezza correlato alla crescente complessità dei progetti, e all’innovazione tecnologica;

- d) un'elevata complessità organizzativa, in presenza di un ampio numero di fornitori (interni ed esterni) e di tecnologie, da coordinare entro tempi, costi e spazi limitati.

Una commessa navale è dunque un prodotto molto complesso, con connotati distintivi a seconda della tipologia, e la cui realizzazione è caratterizzata dallo svolgimento di molte fasi/attività interconnesse e spesso sovrapposte, con limiti di costi e tempi assolutamente sfidanti.

In questo contesto, il raggiungimento della leadership industriale è fatto di grandissima difficoltà, ma ancor di più è la capacità di mantenere tale risultato nel tempo. E' per questo motivo che i diversi produttori mondiali di unità navali tendono a specializzarsi in aree di prodotto, dove l'affinamento continuo delle proprie capacità è l'unica garanzia di sopravvivenza.

Nello specifico, il ciclo di vita delle Commesse Navali di Fincantieri può essere organizzato nelle seguenti cinque macrofasi principali (Fig. 1.5):

- **Fase di Acquisizione Commessa (pre-contrattuale);**
- **Fase di Avvio (post-contrattuale);**
- **Fase di Sviluppo Prodotto;**
- **Fase di Produzione e Consegna;**
- **Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita.**

Le fasi di "Avvio", "Sviluppo Prodotto", "Produzione e Consegna" costituiscono il ciclo di vita "operativo" di commessa. Parallelamente ad esso, si sviluppa il processo di "Pianificazione e Controllo" attuato dal Project Management Team (PM Team), il cui compito è appunto quello di seguire l'intero processo di sviluppo, realizzazione e consegna della commessa per monitorare quanto pianificato e per indicare tempestivamente, se necessario, eventuali misure correttive alle diverse funzioni aziendali.

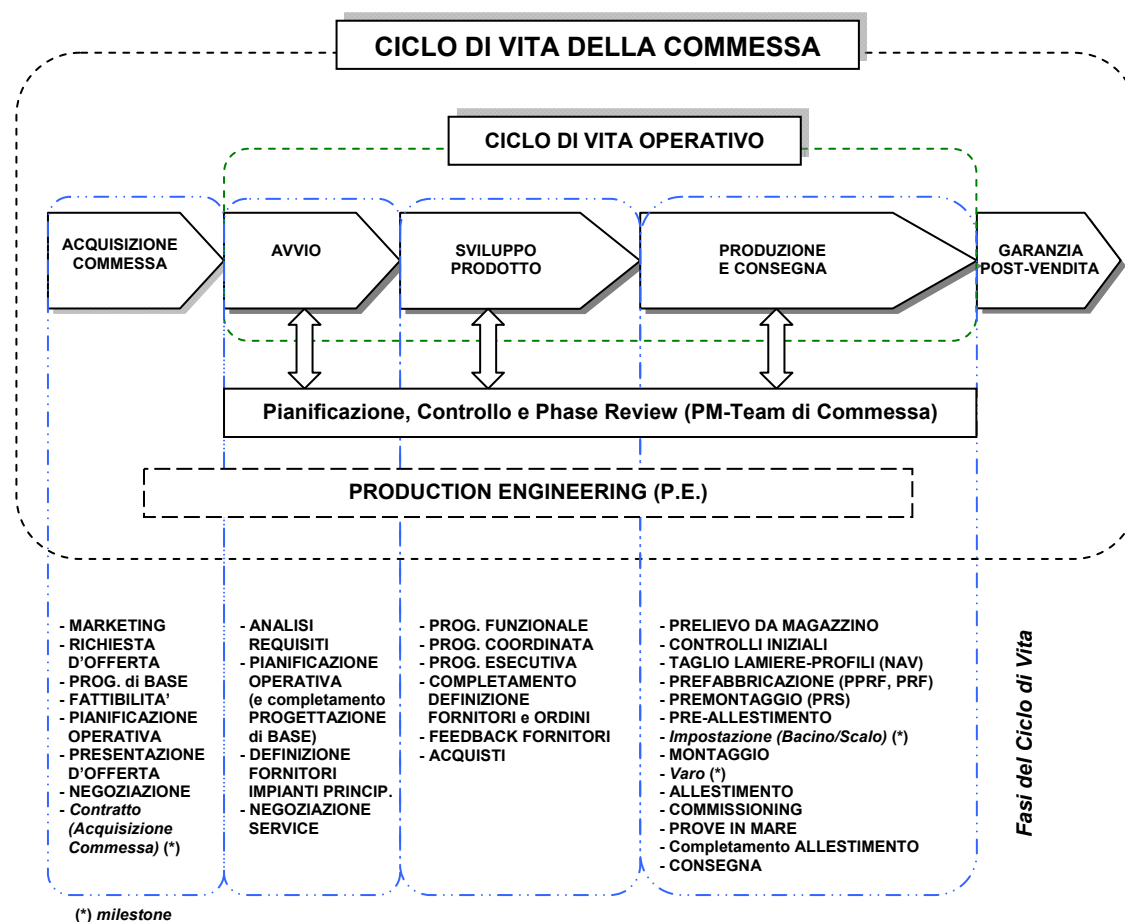


Fig. 1.5 - Ciclo di vita di una commessa navale.

Nei successivi paragrafi vengono descritte nel dettaglio le diverse fasi appena schematizzate, facendo riferimento al Manuale Operativo interno Fincantieri, in particolare alle Linee Guida di Project Management di Commessa [2], Programmazione della Progettazione e degli Acquisti [3] e Programmazione della Produzione [4].

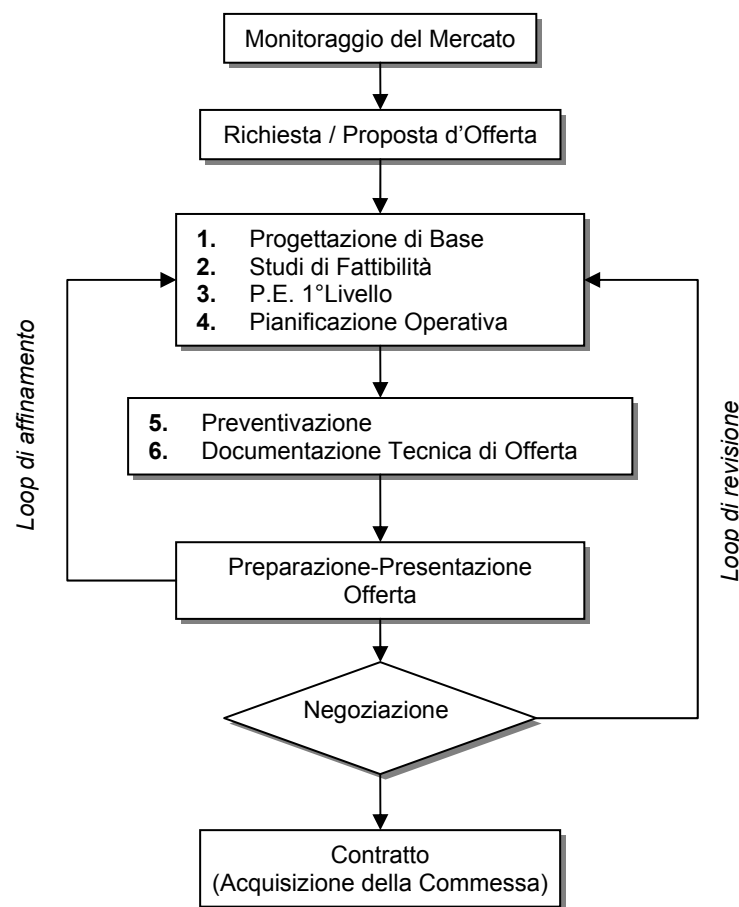
Si tenga presente che, ai fini espositivi, è stata privilegiata una schematizzazione sequenziale delle fasi e delle attività schematizzate nella Fig. 1.5, anche laddove la commessa si sviluppa con attività di lavoro parzialmente sovrapposte o sovrapponibili e con processi interattivi (*Concurrent Engineering*). Tale scelta ha comportato qualche ragionevole forzatura per semplificare i diversi casi di parallelismo ed interazione/feedback che si presentano invece nello sviluppo reale dei processi.

#### 1.4.1 Fase di Acquisizione Commessa (pre-contrattuale)

La prima fase del ciclo di vita della commessa ha inizio con la ricezione da parte dell'Azienda di una Richiesta d'Offerta formulata da un Cliente (singolo Armatore o Società Armatrice, Marina Militare, ecc.) e termina con l'acquisizione dell'ordine, ufficializzata dalla firma del contratto.

Le attività svolte in questa fase vengono effettuate da un team multifunzionale coordinato dal Responsabile della Formulazione d'Offerta (RFO), che coincide con la figura del Project Manager (PM), e si possono rappresentare con i seguenti diagrammi (Fig. 1.6 e Fig. 1.7).

- (A) Il primo (Fig. 1.6) è relativo ai momenti tecnici che definiscono il prodotto in trattativa.  
 (B) Il secondo (Fig. 1.7) è invece relativo alla programmazione indispensabile per la realizzazione del prodotto e, in definitiva, determina la possibile condivisione sulla data di consegna.



**Fig. 1.6** - Diagramma di flusso delle fasi pre-contrattuali che portano all'acquisizione dell'ordine.

- (A) Le voci principali presenti in questa schematizzazione possono essere sintetizzate come segue:

**1.-2. Progettazione di Base e Studi di Fattibilità:** la Progettazione di Base sviluppa l'impostazione del progetto della nave, definendone la configurazione e le caratteristiche fondamentali. Redige i documenti ed elaborati tecnici contrattuali (variabili in relazione alla specificità del prodotto in esame) in aderenza ai requisiti del Cliente e in ottemperanza alle normative (Registri Navali, Authority, ecc.) e si fissano gli obiettivi da perseguire in merito a

prestazioni, qualità e costo.

La Progettazione di Base porta quindi, nell'ordine, alla definizione di:

- Carena;
- Piani generali, Dimensioni Principali della nave e Sezione Maestra;
- Esponente di Carico Preliminare (preventivo pesi);
- Dislocamento;
- Velocità e Potenza;
- Piano di capacità;
- Calcoli di Stabilità;
- Sistemazioni di Apparato Motore e di alcuni componenti fondamentali al funzionamento operativo dell'unità (linee d'assi ed eliche, timoneria, stabilizzatori, ecc.).

I dati tecnici ricavabili da questi documenti costituiscono quindi elementi, oltre che della Specifica Tecnica, anche del Contratto.

Formalmente, le attività relative all'Ingegneria di Base terminano con l'acquisizione del Contratto. Non sempre però il tempo a disposizione della Progettazione di Base consente un corretto "passaggio di consegne" verso l'Ingegneria Funzionale, soprattutto in ambito Cruise/Trasporti dove, per cause insite nel mercato e per ragioni di opportunità commerciali, è difficile raggiungere una buona coincidenza dello sviluppo documentale prima dell'acquisizione del Contratto.

Nel caso dunque in cui la Progettazione di Base non venga completata durante la fase di acquisizione di commessa, viene redatto un piano di completamento, al fine di ultimarla prima della Negoziazione dei Service (§ 1.4.2).

**3. P.E. – Production Engineering:** è l'attività che definisce "come (concretamente) si fa la nave". Si intende cioè quel processo di industrializzazione integrata del prodotto nave, nelle sue componenti principali di scafo (Blocchi, Sezioni, ecc.) e allestimento (Macchinari Principali, Moduli di Allestimento, ecc.), che definisce i criteri fondamentali di realizzazione della commessa allo scopo di individuare le migliori modalità costruttive della nave (in funzione delle risorse impiantistiche, tecniche e professionali disponibili in Stabilimento) e ottimizzare i costi e ridurre i tempi di produzione (nel rispetto dei requisiti contrattuali tecnici, programmatici e di qualità).

L'attività di Production Engineering viene svolta dall'Ufficio Metodi (MET); è suddivisa in P.E. di 1° Livello, svolta da Metodi Centrale (DN-MET), e P.E. di 2° Livello, definita "di dettaglio" e svolta da Metodi di Stabilimento (STA-MET), e varrà ampiamente discussa nel Capitolo 2.

**4. Pianificazione Operativa:** è l'attività che definisce "quando e con che cosa si fa la nave".

In questa fase vengono elaborati i primi due documenti (Master Phasing Plan e Target) del

Piano Generale Integrato di Commessa (PGIC). Questo è l'insieme di tutti i programmi di pianificazione degli eventi e delle attività di commessa e si articola su tre livelli di programmazione organizzati gerarchicamente, come illustrato nella seguente Fig. 1.7, in cui le fasi successive costituiscono aperture di dettaglio di quelle precedenti.

E' infatti necessario poter esaminare non solo la possibilità tecnica alla Richiesta d'Offerta, ma anche la possibilità produttiva che l'Azienda è in grado di proporre.

**5. Preventivazione:** rappresenta la base per ogni decisione di carattere economico e finanziario al momento dell'acquisizione (o meno) della commessa. Si basa sulla valorizzazione delle voci indicate sul "Preventivo pesi" (per i "costi materiali") e su quanto è ricavabile dalla P.E. (per i "costi manodopera"). Queste due voci di costo rappresentano la parte più significativa di quello che è il costo totale della nuova commessa.

**6. Documentazione Tecnica di Offerta:** questa si compone almeno di:

- Piano Generale della nave;
- Specifica Tecnica della nave, divisa in capitoli, dove si esplicitano tutte le linee fondamentali di tutti i servizi di bordo. Spesso questo documento è anche corredato di "Schemi Unifilari", redatti e concordati assieme alla Società Armatrice (S.A.), che servono a dare una traccia all'ente di Progettazione Funzionale, che sarà chiamato in causa successivamente, per la soluzione di alcuni problemi tecnici secondo le preferenze espresse dalla S.A. stessa. La denominazione dei capitoli è speculare alla struttura della *Work Breakdown Structure* (WBS), la cui discussione verrà affrontata alla fine di questo Capitolo.
- Elenco delle forniture più importanti (Main Items), ovvero quelle dove la Società Armatrice intende avere un preciso coinvolgimento nella fase di scelta del fornitore. Ciò consentirà alla S.A. di valutare con maggior precisione i più significativi costi di mantenimento in vita dell'unità.

**(B)** La sottostante figura indica come si sviluppa la **programmazione delle attività**.

Questa viene suddivisa su tre livelli di cui il primo è quello relativo alla fase di cui si sta discutendo (Fase di Acquisizione Commessa).

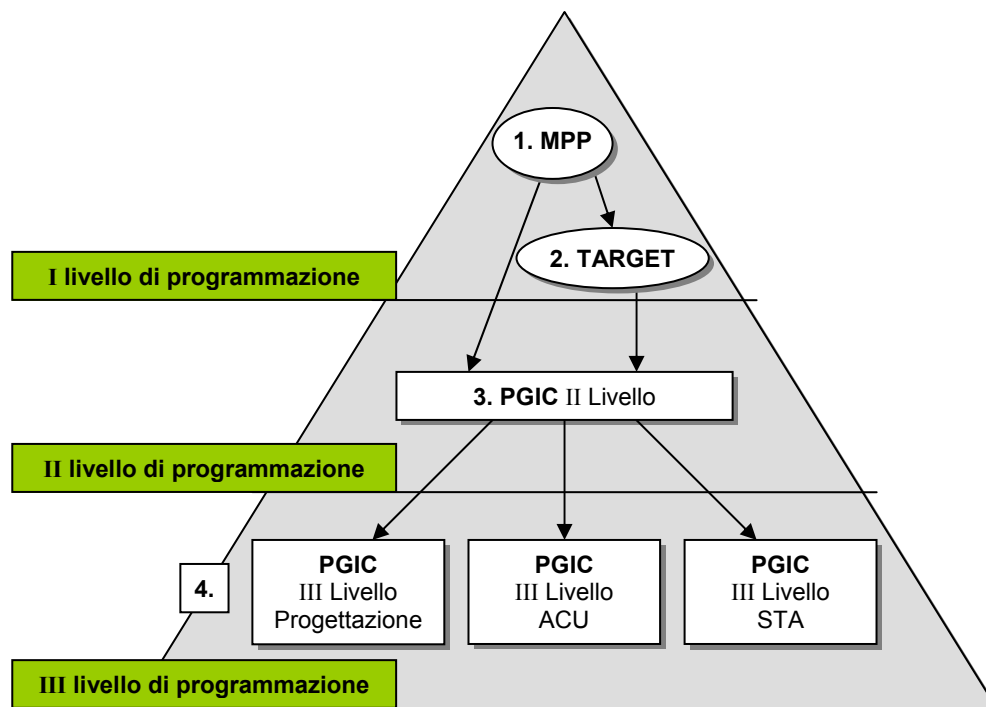


Fig. 1.7 - Struttura del Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC).

I primi due documenti che vengono elaborati sono:

- MPP – Master Phasing Plan: è l'elaborazione di un piano a *milestones*<sup>3</sup> standard per tipologia di unità (prototipo o ripetuta cruise, ferry, ecc.) che costituisce il riferimento sintetico di pianificazione dell'intero progetto in cui sono riportati gli eventi significativi di commessa, fornendo così una visione sintetica degli appuntamenti principali dello sviluppo di commessa con evidenza di alcune delle più importanti scadenze contrattuali (ad esempio il Varo e la Consegna).

In funzione delle caratteristiche specifiche della nave oggetto di pianificazione, è curata dal PM la personalizzazione del modello di MPP, che avviene mediante eliminazione di alcune milestones o aggiunta di altre, in particolare legate alle forniture critiche per la commessa (Motori Principali, fusioni speciali quali linee d'assi ed eliche, braccetti portaeliche, fuoriuscite albero a scafo, ecc). Per queste, infatti, la gestione viene attuata con largo anticipo, coinvolgendo i fornitori sin dalle prime fasi, a volte anche nella fase di progettazione di base pre-contrattuale.

- Programma TARGET DI COMMESSA: è il documento fondante lo sviluppo delle attività e verrà illustrato in modo approfondito nel Capitolo 2. Per il momento, ci limiteremo a

<sup>3</sup> Con *milestone* (pietra miliare) ci si riferisce a un evento di natura rilevante nel ciclo di vita del progetto: obiettivi intermedi, punti di arrivo in termini temporali fissati per scopi di gestione e controllo dell'avanzamento lavori.

dire che il Target è lo strumento di pianificazione generale di produzione della nave. Viene sviluppato con riferimento allo Stabilimento (STA) in cui è prevista la costruzione e sulla base di quanto emerso dalle attività di P.E. . Esso quindi costituisce il riferimento standard per tutte le fasi di costruzione della nave ed è redatto basandosi sulle date fissate a monte nel MPP.

#### 1.4.2 Fase di Avvio (post-contrattuale)

È la fase che prende inizio a seguito della firma del contratto, che sancisce l'apertura ufficiale della commessa (si veda Fig. 1.6) e quindi il coinvolgimento di tutta la struttura dell'Azienda. E' caratterizzata dalle attività schematizzate nella seguente Fig. 1.8 (si veda anche Fig. 1.5).

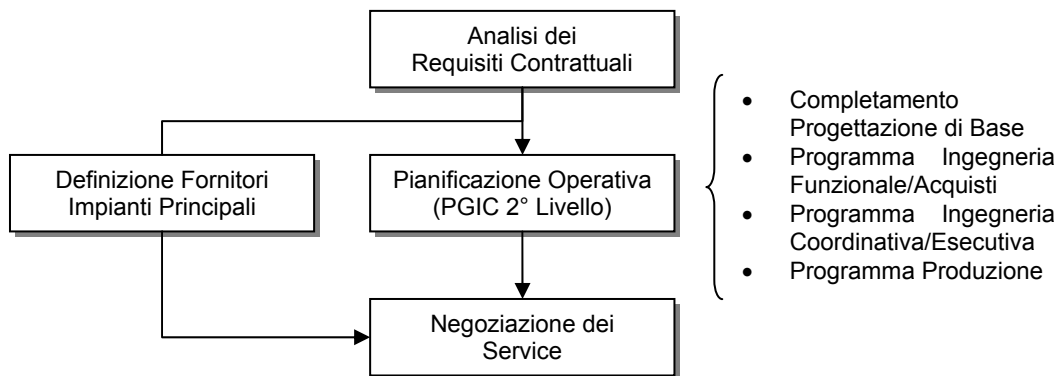


Fig. 1.8 - Diagramma di flusso delle attività svolte nella fase di avvio.

Le attività illustrate subito sopra sono:

**Analisi dei Requisiti Contrattuali:** è il processo di raccolta, elaborazione e strutturazione di tutte le tipologie di requisito che sono poste alla base del contratto, al fine di chiarirne e formalizzarne i contenuti in un documento di riferimento (“Requirements Baseline”) che sarà di supporto per tutto lo sviluppo del progetto.

**Pianificazione Operativa:** in questa fase del ciclo di vita della commessa, la pianificazione operativa è costituita dal 2° livello del Programma Generale Integrato di Commessa (PGIC) (Fig. 1.7), che indica la sintesi di tutte le attività più significative della Progettazione (Funzionale, Coordinativa ed Esecutiva), degli Acquisti e della Produzione e determina i vincoli di relazione tra le diverse attività. Infine, ma non da ultimo, riporta le attività ancora da sviluppare del “Programma di completamento della Progettazione di Base” (qualora quest’ultima non sia stata conclusa nella fase di acquisizione della commessa) che deve rientrare nel rispetto della milestone “Zero Point” pianificata nel Master Phasing Plan (MPP). La milestone “Zero Point” fissa il termine delle attività di Progettazione di Base e, automaticamente, quella di inizio della



Progettazione Funzionale.

**Definizione Fornitori Impianti Principali:** consiste nel definire, in accordo o su precisa richiesta della Società Armatrice, i fornitori degli Impianti Principali (Motori Diesel-Generatori, Motori Elettrici di Propulsione, gli impianti delle AC-Station, i compressori dell'impianto di condizionamento, ecc.). Oltre alle scelte tecniche, entrano in gioco in questo caso fortissimi interessi commerciali da parte della Società Armatrice la quale, il più delle volte, ha già stipulato contratti pluriennali di *service* con determinate case produttrici.

**Negoziazione Service:** è il momento in cui il Project Manager concorda e sottoscrive con la Direzione Navi e con le sottoposte direzioni specialistiche (Progettazione, Acquisti e Stabilimento) degli specifici e formali "accordi di service" (tempi di produzione, output attesi, target di costo delle singole attività, verifica dell'allineamento dei programmi delle singole Funzioni con il PGIC di 2° livello), relativi alle attività che tali Funzioni dovranno svolgere per la commessa.

Tali accordi vengono sottoscritti e formalizzati nel "Documento di Negoziazione Service" nel corso di un'apposita riunione con la Direzione Navi e quindi rappresentano l'impegno che ogni funzione aziendale che opera sul prodotto assicura all'Azienda.

### 1.4.3 Fase di Sviluppo del Prodotto

Facendo riferimento alla Fig. 1.4 e Fig. 1.5, nella fase di sviluppo del prodotto si possono individuare le seguenti attività:

- a. **Progettazione Funzionale;**
- b. **Progettazione Coordinativa;**
- c. **Progettazione Esecutiva.**

Queste vengono svolte secondo la logica schematizzata nella seguente Fig. 1.9 che può essere sintetizzata come segue:

a. **Progettazione Funzionale:** riceve dalla Progettazione di Base i documenti tecnici contrattuali e, sulla base delle informazioni contenute, esegue dimensionamenti, schemi funzionali e specifiche tecniche per gli approvvigionamenti; individua i Main Items, cioè quelle apparecchiature/impianti/componenti che rappresentano le maggiori criticità in termini di programma; emette i Piani delle Competenze, cioè l'assegnazione di responsabilità per decretare il completamento delle informazioni area per area.

La documentazione prodotta viene quindi inviata, per approvazione, agli Enti di Classifica e al Cliente e, successivamente, aggiornata secondo le richieste degli stessi, nel rispetto degli

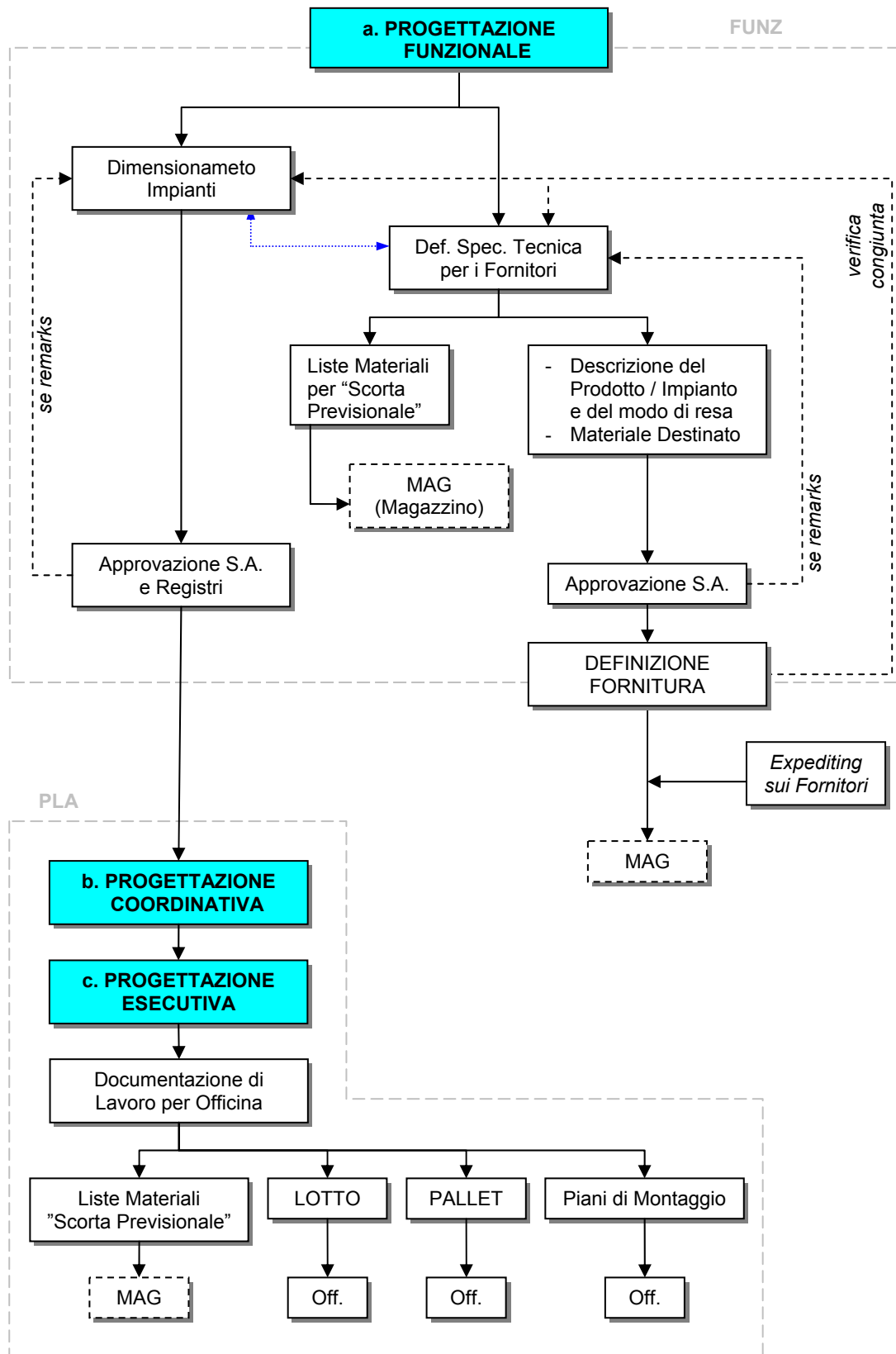


Fig. 1.9 - Diagramma di flusso che sintetizza lo sviluppo del prodotto nave.

obblighi contrattuali.

Integra quindi la documentazione tecnica dell'ingegneria di base con gli elementi necessari agli Acquisti e allo Stabilimento per espletare rispettivamente le fasi di approvvigionamento ed esecutiva. E' quindi responsabile del completamento di tutte le informazioni che consentono lo sviluppo del processo.

Infine, garantisce la trasmissione della documentazione elaborata all'Ente Preparazione Lavori (STA-PLA).

**b. Progettazione Coordinativa:** viene eseguita dall'ente STA-PLA ed è responsabile dello sviluppo dei Piani Coordinati, ovvero delle sistemazioni impiantistiche e delle vie di instradamento dei cavi all'interno di una struttura definita e approvata.

I Piani Coordinati sono quindi la rappresentazione grafica della collocazione integrata di tutti i componenti strutturali e di allestimento all'interno del volume della nave (si veda anche di seguito § 2.4.2 – Pallet Meeting e Lista).

**c. Progettazione Esecutiva e Palletizzazione:** rappresenta l'insieme di attività di sviluppo prodotto che, a partire dalle informazioni contenute nei Piani Coordinati, portano all'emissione della documentazione di lavoro da fornire alle diverse officine di Stabilimento per consentire loro di svolgere le attività produttive cui sono preposte.

In questa fase vengono composti i "Lotti" di scafo (per il lancio in officina delle attività di scafo) ed i "Pallet" di allestimento. Si definisce "Lotto" un'unità di raggruppamento, tecnologicamente omogenea, del materiale impiegato per la costruzione di una o più parti di scafo e dove queste possono costituire un Assieme (insieme di componenti elementari ricavati da una lamiera: ad esempio squadre, mascherine, pezzotti, ecc.) o un Sottoassieme (struttura semplice composta con più Assiemi, ad esempio madieri più paramezzali a formare un grigliato di rinforzo) o un Blocco (unità di costruzione di Prefabbricazione costituita da più Sottoassiemi e pannelli e destinata a venir assemblata in Premontaggio con almeno un altro Blocco per andare a formare una Sezione oppure, per ragioni costruttive, direttamente all'imbarco in bacino). Viene da sé che l'insieme di componenti che definiscono un Lotto può essere destinato a uno o più Blocchi, destinati anche a Sezioni diverse. I concetti di Assieme, Sottoassieme, Blocco e Sezione verranno ripresi nei paragrafi successivi (si veda § 1.4.4 e § 1.5). Per una definizione completa e chiara di "Pallet", si rimanda invece al § 2.4.2.

Tutte le attività descritte nei precedenti punti **a.**, **b.** e **c.** sono posizionate nell'albero della programmazione nel suo 3° livello.

Il **PGIC di 3° Livello** (Fig. 1.7) comprende il Programma della Progettazione, degli Acquisti e di Produzione (Stabilimento), sviluppati dai rispettivi Enti aziendali sulla base della impostazione gerarchica fornita dal PGIC di 1° e 2° livello.

- Programma della Progettazione (PGIC 3° liv. – Progettazione; Fig. 1.7): è articolato in:
  - Programma della Progettazione Funzionale;
  - Programma della Progettazione Coordinativa ed Esecutiva.

Il Programma della Progettazione Funzionale deve saper valutare anche i tempi dei *loop* di affinamento e correzione nel caso di *remarks* da parte della S.A. e/o dei Registri di Classifica (come indicato in Fig. 1.9). La responsabilità di elaborazione e gestione del PGIC di 3° liv. della progettazione è assegnata rispettivamente agli Enti di Progettazione Funzionale (FUNZ) e di Preparazione Lavoro (PLA).

Il Lead Project Engineer (LPE)<sup>4</sup> assicura lo sviluppo integrato e la coerenza programmatica delle attività di tutti gli Enti di Progettazione.

- Programma degli Acquisti (PGIC 3° liv. – ACU; Fig. 1.7):  
è integrato nello stesso modulo di programmazione della Progettazione relativamente al “materiale destinato”, ma la gestione si riconduce alla responsabilità della Direzione Acquisti (si veda § Fig. 1.9).
- Programma di Produzione (PGIC 3° liv. – STA; Fig. 1.7):  
è sviluppato dallo Stabilimento, riguarda la costruzione e montaggio di scafo, allestimento fino al commissioning degli impianti.

Come si ricava dal diagramma di Fig. 1.9, si ottengono le due cose essenziali per poter realizzare il manufatto, e cioè le informazioni sul “come si fa” (Lotto con i relativi Disegni Costruttivi, Pallet, Piani di Montaggio) e quelle sul “con che cosa si fa”, cioè il materiale, che può essere a Magazzino sotto le seguenti forme:

- “destinato”: materiale che è stato acquistato esclusivamente per una specifica commessa (ad esempio compressori condizionamento, depuratori nafta, arredamenti, ecc.);
- “a scorta previsionale”: materiali destinati anch’essi a una specifica commessa ma acquistati in quantità revisionale (ad esempio tubi, valvole, filtri, ecc.),
- “a scorta minimo/massimo”: materiale che possiamo trovare su qualsiasi unità (ad esempio bulloneria, fascette, ecc.) oltre a tutto il materiale di normale uso e consumo per il regolare svolgimento delle attività produttive di stabilimento.

Le informazioni sul “come si fa” e “con che cosa si fa” vengono consegnate all’Ufficio di Controllo Produzione (COP) che dallo Stabilimento armonizzerà tutte le attività per la manodopera diretta, sia interna di Stabilimento che quella fornita dalle ditte specialistiche per il montaggio di alcuni impianti (“chiavi in mano”), e infine anche per quella di ausilio alle attività di tutti (i.e. conduttori di mezzi, gruisti, ecc.).

Le stesse informazioni consentono anche di valutare sia i tempi di attraversamento delle attività, sia le criticità. Tempi di attraversamento e criticità si possono quindi confrontare con gli obiettivi

---

<sup>4</sup> Il LPE è il responsabile del rispetto dei tempi e costi stabiliti dal PM. Fornisce la “direzione tecnica” necessaria per realizzare gli obiettivi del progetto, assicurando i requisiti di performance e qualità richiesti dal Cliente.

programmatici di livello gerarchicamente superiore.

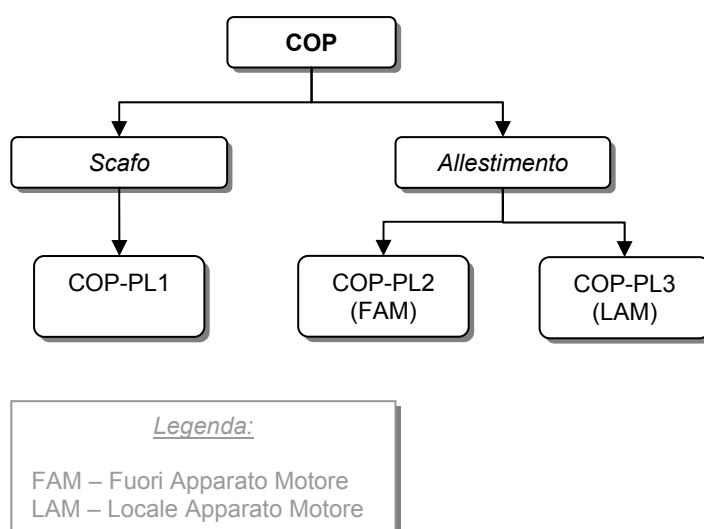
Il COP è dunque l'ente che redige il PGIC di 3° livello dello Stabilimento (Fig. 1.7) che è lo strumento attraverso il quale si deve costruire la nave e mantenere il controllo dell'avanzamento.

Il completamento si attiva con l'esecuzione delle prove di ogni componente (*commissioning*) della nave, così da assicurare il rispetto del Contratto sotto ogni aspetto.

Il documento che il COP emette a corredo di quelli tecnici per lo svolgimento di una attività, sia essa di montaggio di materiali che non (per esempio pressature, collaudi, ecc.), è la "cedola", dove vengono indicati tutti i tempi di attraversamento dell'officina per svolgere l'attività. La cedola viene chiusa al completamento dell'attività e indicando le ore effettivamente consumate.

In pratica il COP è il responsabile della **programmazione delle attività produttive in stabilimento e della cedolazione**.

Il COP è suddiviso secondo il seguente schema:



**Fig. 1.10** - Schematizzazione della suddivisione dell'Ente COP.

Infine, a completamento della spiegazione della Fig. 1.9:

**Expediting Materiali:** si intendono le attività di controllo che il PM Team e lo Stabilimento, con il supporto della Funzione Acquisti (ACU) e secondo la pianificazione produttiva di 3° livello, effettuano presso i fornitori al fine di assicurare il corretto arrivo dei materiali (sia in termini temporali che qualitativi).

### 1.4.4 Fase di Produzione e Consegna

La macrofase di Produzione e Consegna è suddivisa in tre fasi definite dalle milestones principali nave presenti nel MPP, ovvero l'Inizio Lavori (inizio taglio lamiera/profili), l'Impostazione (posizionamento della prima Sezione di montaggio in bacino), il Varo e la Consegna. La sequenza di queste milestones e delle attività che tra esse vengono sviluppate sono illustrate nella seguente Fig. 1.11

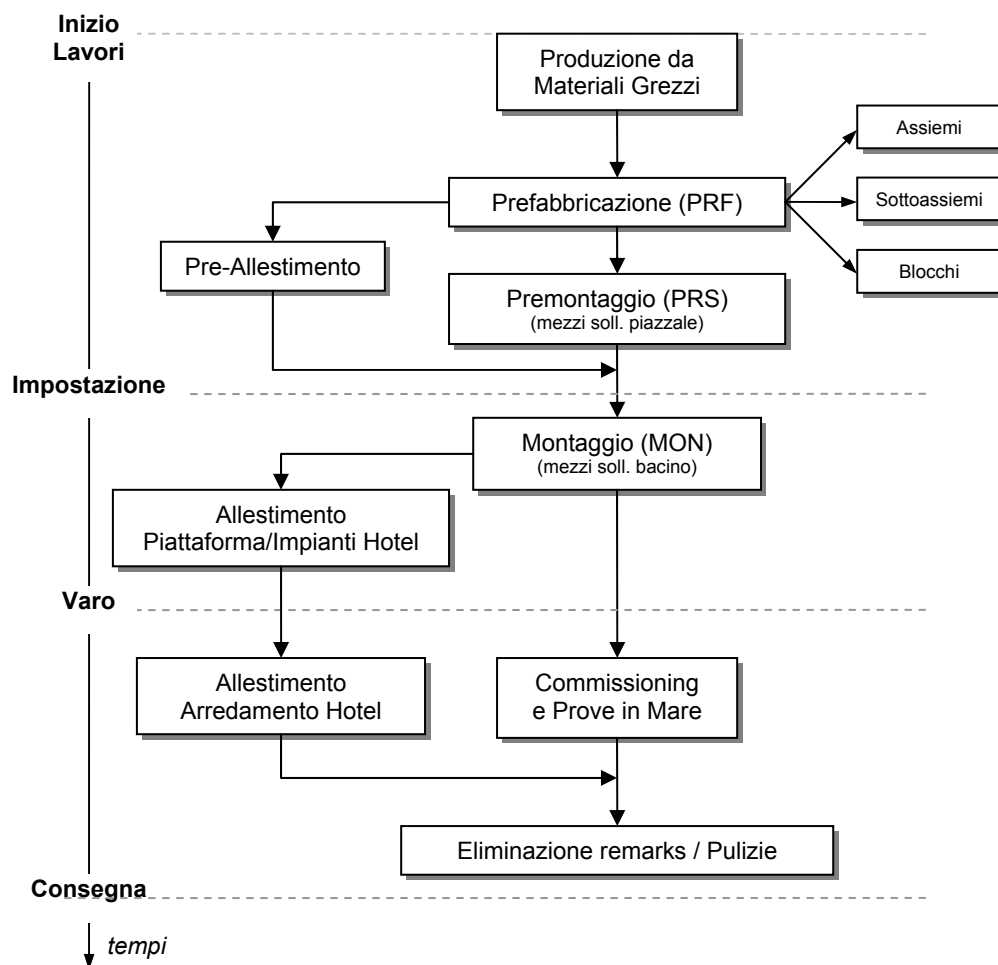


Fig. 1.11 - Diagramma di flusso delle attività svolte nella fase di produzione e consegna.

Per garantire la corretta esecuzione di ogni attività in ogni fase è necessario che la relativa documentazione di lavoro sia stata completata a monte e riporti quindi tutti gli elementi progettuali, istruzioni (cicli) di lavoro, documentazione tecnica per la fabbricazione dei Blocchi, delle Sezioni e costruzione dei tubi, liste di prelievo materiali grezzi e/o semilavorati, cedole di assegnazione ore, documentazione di controllo (relativa ad esempio alle non conformità, modifiche, ecc.).

L'inizio delle attività produttive in Stabilimento si identifica, con riferimento al MPP, nella

milestone "Inizio Lavori".

Con riferimento alla precedente Fig. 1.11, le attività sviluppate durante la fase di Produzione sono nell'ordine:

**Produzione da Materiali Grezzi:** con questo termine si indicano le prime attività di produzione all'interno del Ciclo di Vita Operativo di Commessa (Fig. 1.5), che sono:

- Ricezione Materiali:
  - Controllo di Qualità e relativi certificati;
  - Stoccaggio in Magazzino;
  - Prelievo dei materiali (da Magazzino) e rilascio in Produzione;
- Taglio lamiera/profilo (più attività di smussatura e curvatura);
- Produzione di Assiemi (cioè ricavare da lamiera o da profilo elementi semplici come squadre, fasce per la composizione di travi saldate a T, ecc.);

**Prefabbricazione (PRF):** la Prefabbricazione include le seguenti attività produttive:

- Composizione di Sottoassiemi (PPRF – Piccola Prefabbricazione) o di Pannelli (piani e curvi);
- Composizione di Blocchi piani e curvi (PRF – Prefabbricazione) e pre-allestimento;
- Fabbricazione di Tubi (nelle officine dedicate);
- Fabbricazione di manufatti di carpenteria metallica (oramai in rari casi).

**Pre-Allestimento:** è l'attività in cui si iniziano a installare fin nelle prime fasi del processo di produzione (a livello di Blocco e Sezione) manufatti provenienti da forniture esterne e da altre officine dello Stabilimento. La capacità di incrementare la massa dei materiali da sistemare in questa fase è fondamentale per raggiungere l'obiettivo di ridurre i costi di costruzione, in quanto consente di svolgere le attività in condizioni vantaggiose rispetto a quando la nave via via prende forma in bacino, e di conseguenza limita gli accessi a bordo.

**Premontaggio:** con il premontaggio (PRS) si indica l'attività di assemblaggio e pitturazione di due o più Blocchi pre-allestiti provenienti dalla fase precedente di prefabbricazione (PRF). L'oggetto finale che si ottiene è un'Unità di Imbarco (U.d.I.), detta anche Unità di Montaggio o più semplicemente Sezione, che a sua volta avrà una fase di pre-allestimento a terra prima di venir posizionata (o "imbarcata") sullo scalo o in bacino.

Questa attività integrata di premontaggio e pre-allestimento avviene tenendo conto della capacità massima di sollevamento presente nelle aree del cantiere assegnatario della commessa (vincoli di sollevamento).

**Montaggio:** il montaggio è l'attività con cui si assemblano le varie Sezioni sullo scalo o in bacino, fino ad ottenere la struttura completa della nave (scafo e sovrastrutture).

Ha inizio con l'Impostazione (milestone dell'MPP), ovvero l'imbarco della prima Sezione pre-allestita, una volta che sono pronte a terra e in fase di completamento un numero di Unità di Imbarco tale da garantire continuità di lavoro all'officina di PRS. Il Montaggio termina con il Varo (milestone nell'MPP).

Il tempo che intercorre tra l'Impostazione e il Varo è il tempo di impiego dell'asset distintivo di uno Stabilimento per costruzione navale: lo scalo o il bacino. E' infatti questo tempo che determina la potenzialità dello Stabilimento nei confronti dei tempi richiesti dal mercato. Per ridurre questo tempo si può impiegare la tecnica della "jumboizzazione"<sup>5</sup>.

**Allestimento:** nel passaggio da terra a bordo (da Blocco/Sezione a terra a Blocco/Sezione in bacino o su scalo) le attività di pre-allestimento diventano attività di allestimento, che vengono eseguite in parallelo alle attività di montaggio.

L'allestimento a bordo riguarda tutte quelle attività legate alla funzionalità della piattaforma navale, ovvero sistemazione della linea d'assi, completamento del montaggio di impianti entro e fuori apparato motore, approntamento dell'apparato motore, completamento dell'impianto di estrazione e ventilazione (HVAC), completamento delle pitturazioni e coibentazione, ecc.. Successivamente, si occupa della verifica della rispondenza ai requisiti di utilizzo in conformità alla Specifica Tecnica, fondamentale in relazione a cabine e arredamento aree pubbliche per quanto concerne navi pax cruise/traghetto e Mega Yacht (ovvero sistemi di combattimento per le navi militari).

**Commissioning e Prove in Mare:** lungo tutto il periodo di costruzione, ma in particolare tra il varo e la consegna, sono previsti tutta una serie di "appuntamenti" ai quali viene certificata l'accettazione da parte dell'Amministrazione di Bandiera, del Cliente e dei Registri di Classifica di tutti i componenti del prodotto nave, in termini di qualità, montaggio e funzionalità.

Si tratta del *commissioning*, ovvero la procedura di approntamento, collaudo e consegna funzionale, nei confronti degli enti sopra citati, di un impianto o di un singolo elemento.

Le performance marine della nave, anch'esse prescritte dai Registri e dall'Armatore (velocità di crociera, manovrabilità, funzionalità degli impianti, ecc.), vengono testate durante le Prove in Mare.

**Consegna:** rappresenta, a valle del completamento della fase di produzione della nave, l'atto formale con il quale si determina il passaggio di consegne tra Costruttore e Cliente. In quest'occasione si "chiude la commessa", la nave viene formalmente consegnata all'Armatore mediante la firma del "Verbale di Accettazione Nave" (*Delivery Protocol*), in cui si riassume il risultato finale effettivo, in termini di quantità e qualità, di tutte le fasi di costruzione e collaudo che sono state eseguite per la sua realizzazione.

---

<sup>5</sup> Tecnica che prevede la costruzione di un "Troncone" di nave in un altro Stabilimento, Troncone che viene poi trainato via mare nel cantiere assegnatario della commessa dove viene unito al resto della nave in costruzione.



Nel caso in cui alcune attività di allestimento non siano ancora concluse all'atto della consegna, è spesso possibile concordare una "Lista dei Sospesi" da completare nell'ultima fase del ciclo di vita della commessa che qui ha inizio, ovvero la Garanzia e Assistenza Post-Vendita. Si tratta ovviamente di concludere attività corollarie e mai riguardanti le performance contrattuali o gli obblighi di sicurezza.

#### 1.4.5 Fase di Garanzia e Assistenza Post-Vendita

La gestione esecutiva della garanzia è affidata allo Stabilimento, che si preoccupa di realizzare tutti gli interventi necessari per correggere gli inconvenienti che possono emergere.

Allo scopo, tutti gli enti che sono stati protagonisti delle fasi a monte e i fornitori sono coinvolti.

Al termine del periodo previsto, un "Verbale di Fine Garanzia" accompagnato da un feedback sui risultati conseguiti, sancisce la chiusura definitiva del ciclo di vita della commessa, così come di tutti gli obblighi contrattuali tra l'Azienda (Fincantieri) e la Società Armatrice.

### 1.5 Organizzazione della Produzione in Stabilimento

Per garantire le istanze di specializzazione delle diverse attività e l'integrazione dei numerosi processi coinvolti durante la costruzione della nave, all'interno degli stabilimenti Fincantieri si possono individuare quattro Centri produttivi, tre legati alla piattaforma navale ed uno al carico pagante (sistema alberghiero), che sono:

**MAS – Centro Manufatti Scafo**

**MTG – Centro Montaggi**

**BOR – Centro Bordo**

**ALB – Centro Alberghiero**

Di seguito si riportano due schematizzazioni. La prima (Fig. 1.12) fornisce una visione globale dell'organizzazione di Stabilimento, la seconda invece (Fig. 1.13) evidenzia i quattro Centri produttivi e la successione del loro coinvolgimento che porta alla realizzazione di una commessa.

Le caratteristiche specifiche di ogni Centro verranno illustrate di seguito.

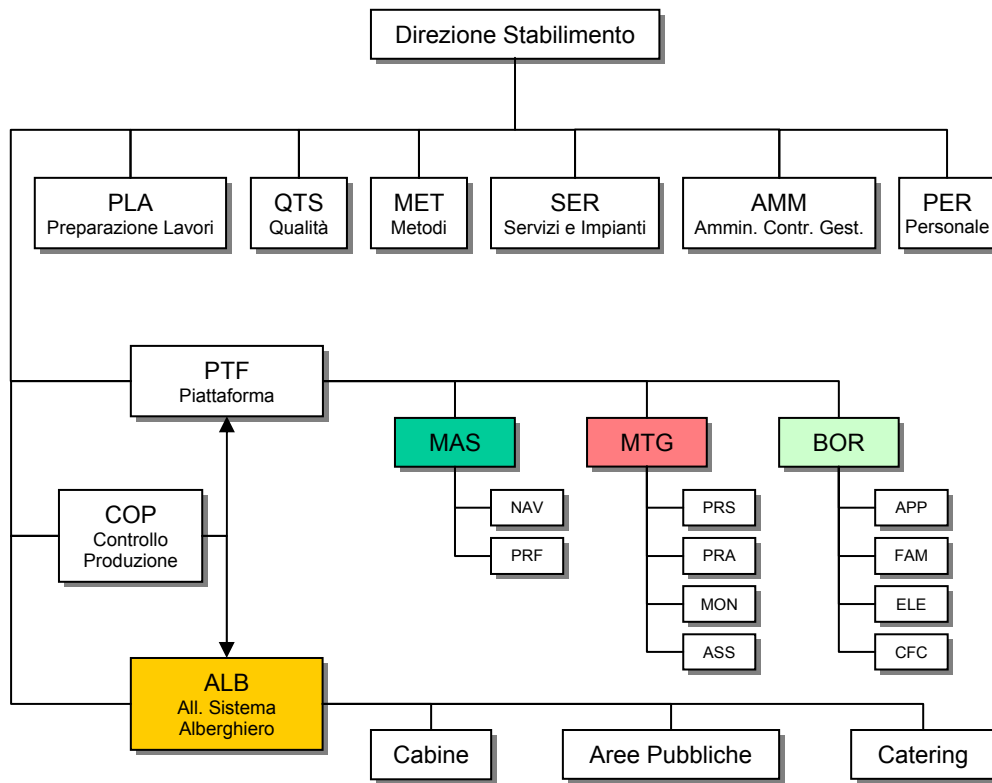


Fig. 1.12 - Organizzazione di Stabilimento.

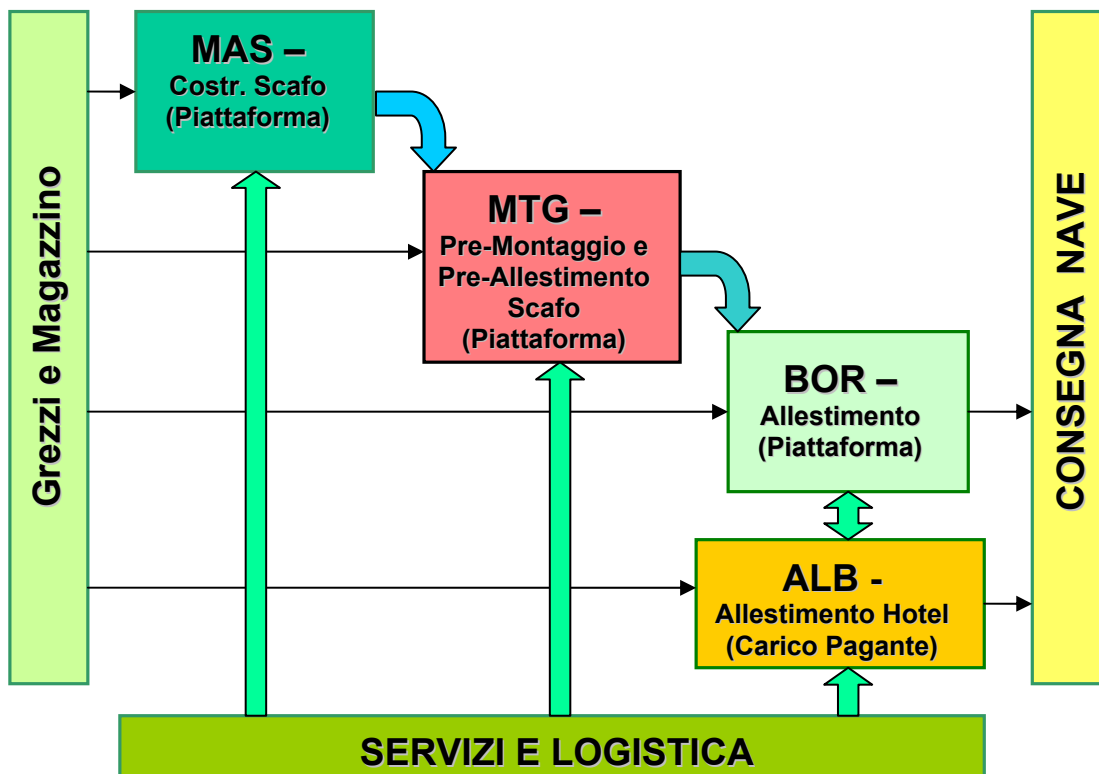


Fig. 1.13 - Suddivisione dei Centri produttivi di Stabilimento.

**Centro Manufatti Scafo (MAS):** è il centro che si occupa della lavorazione delle lamiere, dei profili e dell'assemblaggio di Sottoassiemi, Pannelli, Sottoblocchi e Blocchi.

Appartengono al MAS due officine:

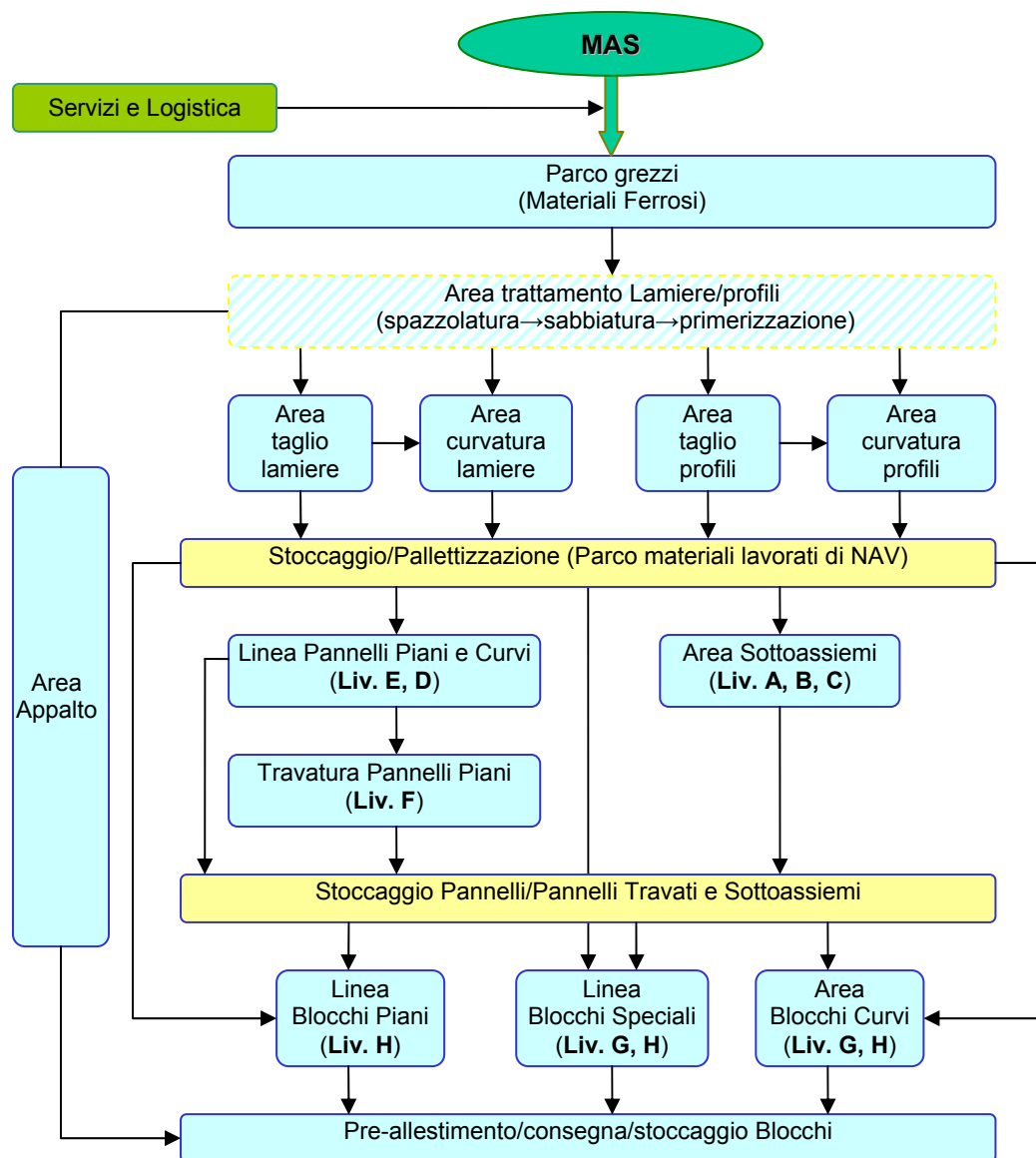
- **NAV – Officina Navale:** si occupa della preparazione, del taglio e dell'eventuale curvatura dei profili e delle lamiere. La curvatura viene eseguita "a freddo" e mediante presse (per lamiere a doppia e tripla curvatura) o calandra (lamiere a semplice curvatura);
- **PRF – Officina di Prefabbricazione:** gestisce le attività di montaggio dei Sottoassiemi (PPRF – Piccola Prefabbricazione) e si occupa dell'assemblaggio dei Blocchi (PRF – Grande Prefabbricazione).

Si riporta di seguito (Fig. 1.14) una schematizzazione di dettaglio della struttura del Centro MAS, in cui si distinguono le Aree Tecnologiche Omogenee (ATO)<sup>6</sup> che la compongono e i diversi "Livelli di costruzione" che in esse si possono trovare, spiegati nella sottostante Tab. 1.2.

		Livelli:	Caratteristiche:
Sottoassiemi (PPRF)	<i>Esternalizzabili</i> (in genere: larghezza ≤ 3 m lunghezza ≤ 17 m peso ≤ 30 t)	A	Lama + uno/più Rinforzi (es. squadra+piattabanda, elementi di madieri del DF)
		B	Livello in cui confluiscono uno o più Liv.A (es. paramezzale+elementi di madieri del DF)
	<i>Non Esternalizzabili</i> (range dimensioni superiori a quelli sopra indicati)	C	Sono Liv. A, B ma che per dimensioni non possono essere esternalizzati. Si adotta quindi un'altra lettera (C) per distinguerli
Pannelli		D	Composizione di Pannelli ("Fuori Panel Line") + profili (nervatura) (es. Pannelli con lamiere saldate trasversalmente rispetto i ferri longitudinali (Pannelli con variazione di spessore))
		E	Composizione di Pannelli ("In Panel Line") + profili (solo Pannelli Piani)
Pannelli Travati		F	Travatura Pannelli Piani = Pannello nervato+bagli+anguille
Sottoblocco		G	Si tratta di grossi sottoassiemi che per dimensioni e forma occupano aree di PRF (es. fasciame + rinforzi, costruito in una postazione e poi spostato per posizionarlo sul blocco)
Blocco		H	Ponte (Liv. F) che riceve il fasciame (Liv. G)

**Tab. 1.2** - Definizione dei diversi Livelli di costruzione.

<sup>6</sup> Si rimanda al Capitolo 2 (§ 2.3) per la spiegazione dettagliata del concetto di ATO.



**Fig. 1.14** - Schematizzazione del Centro MAS. L'Area di trattamento viene tratteggiata perché, ad oggi, è rimasta in funzione esclusivamente nello Stabilimento di Monfalcone.

**Centro Montaggi (MTG):** è il centro che si occupa del premontaggio a terra dei Blocchi in Sezioni, del loro pre-allestimento ed infine del montaggio a bordo su scalo o bacino delle Unità di Imbarco così ottenute.

A supporto di tali attività, vengono coinvolte cinque officine, ovvero:

- **PRS – Officina di Premontaggio Scafo:** si occupa del premontaggio a terra dei Blocchi in Sezioni.
- **PRA – Officina di Pre-Allestimento:** si occupa di tutte le attività di pre-allestimento sui Blocchi e sulle Sezioni. Una sezione dell'officina può inoltre essere dedicata alla costruzione di tubi in acciaio (sopperisce all'ex officina Tubisti – TUB, andata dimessa

in tutti gli Stabilimenti).

- **MON – Officina di Montaggio Scafo:** si occupa del montaggio delle Sezioni in bacino o su scalo.
- **ASS – Officina di Assistenza:** si occupa di tutte quelle attività di supporto necessarie ai vari centri di produzione, di cui le principali sono:
  - Ponteggiature;
  - Carpenterie in legno;
  - Fornitura di Gas Tecnici;
  - Impianti di illuminazione provvisoria e di emergenza;
  - Movimentazione Blocchi e Sezioni;
  - Impianti di estrazione fumi.

Si riporta di seguito (Fig. 1.15) una schematizzazione di dettaglio della struttura del Centro MTG.

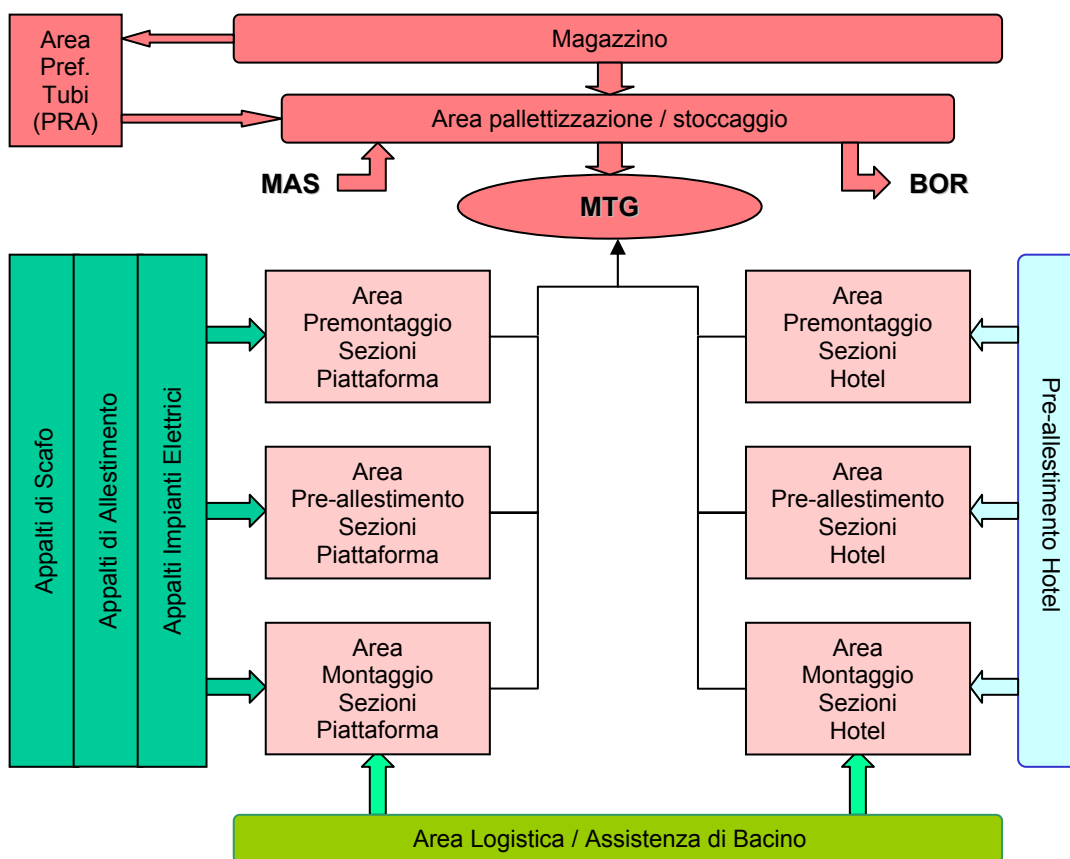


Fig. 1.15 - Schematizzazione del Centro MON.

**Centro Bordo (BOR):** è il centro che si occupa di tutte le attività di installazione e verifica degli impianti di bordo specifici della piattaforma navale ed è asservito da:

- **APP – Officina di Allestimento Entro Apparato Motore:** si occupa del montaggio e consegna di tutti gli impianti racchiusi entro la Zona Apparato Motore, Cofano nonché della linea d'assi (comprese le eliche) e di tutta l'impiantistica di timoneria.
- **FAM – Officina di Allestimento Fuori Apparato Motore:** si occupa del montaggio e consegna di tutti gli impianti che sono ubicati fuori la Zona Apparato Motore.  
E' responsabile anche dell'installazione di tutti gli impianti di sicurezza attiva presenti a bordo, quali il sistema di rilevamento e impianto antincendio, le piste luminose di sfuggita, ecc.  
Inoltre, gestisce quegli impianti che, seppur installati in Locale Apparato Motore (LAM), non sono funzionali alla generazione e propulsione (es. casse *sewage*, impianti di potabilizzazione dell'acqua, ecc.).
- **ALE – Officina Impianti Elettrici:** si occupa di tutta la parte elettrica, nello specifico dell'imbarco dei quadri, della stesura dei cavi, della messa in servizio e commissioning degli impianti.
- **CFC – Coordinamento Sicurezza, Condizionamento e Ventilazione:** gestisce l'installazione e il commissioning dell'impianto di condizionamento, estrazione e ventilazione sia per la parte meccanica che per quella elettrica e di automazione. Inoltre, allo stesso modo, gestisce gli impianti di "Emergency Shut Down" – ESD e di "Safety Management System" – SMS.

**Centro Alberghiero (ALB):** è il centro che si occupa di tutto l'allestimento in appalto (per fornitura e montaggio) della parte "Hotel" della nave. E' suddiviso in tre settori: Cabine, Aree Pubbliche e Catering. Per ciascun settore, esiste un responsabile il cui compito è quello di coordinare lo svolgimento di tutte le attività e di assicurarsi che le (innumerevoli) ditte esterne in appalto rispettino gli standard di qualità richiesti e i tempi di consegna a programma.

Si riporta di seguito la schematizzazione dei due Centri appena descritti (Fig. 1.16).

Si noti che il "Condizionamento" viene trattato separatamente da tutti gli altri impianti, questo perché si tratta di un impianto "chiavi in mano", cioè completamente realizzato da un fornitore esterno e "consegnato" a Fincantieri una volta completato e funzionante.

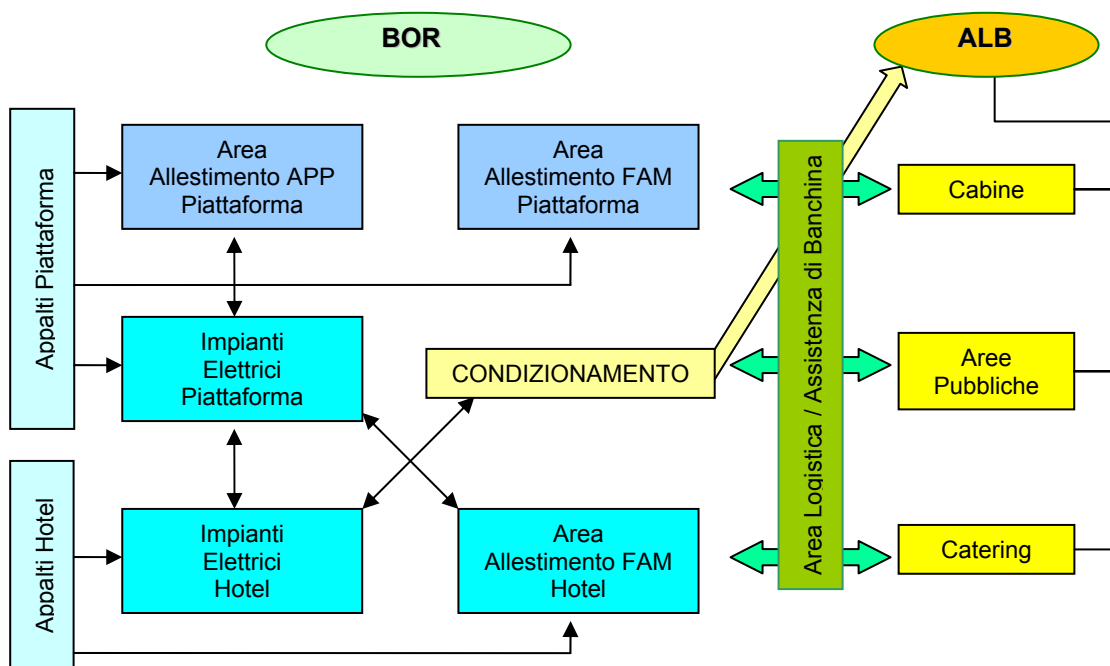


Fig. 1.16 - Schematizzazione dei Centri BOR e ALB.

## 1.6 La “Work Breakdown Structure” (WBS)

Per concludere, si vogliono illustrare i principi generali della logica di WBS adottata per l’identificazione di tutte le attività e delle relative informazioni associate (responsabilità, componenti di prodotto, costi, tempi, rischi, pesi, ecc.) nel corso dei processi di gestione delle commesse navali in Fincantieri.

La **WBS** (*Work Breakdown Structure*) è uno strumento che può essere concettualmente applicato a qualunque tipologia di “progetto” (una commessa, lo sviluppo di un nuovo prodotto, l’introduzione di un’innovazione tecnologica...), e serve a fornirne una rappresentazione scalare.

Tale rappresentazione, resa in forma grafica o descrittiva, una volta individuati e definiti gli obiettivi e i vincoli del progetto, suddivide gerarchicamente l’intero progetto in componenti (**attività** e/o **prodotti**), partendo dal livello più elevato fino a livelli sempre più dettagliati (logica di tipo **top-down**) e fermandosi una volta raggiunto un grado di disaggregazione (grado di dettaglio) tale da garantire una corretta gestione in termini di pianificazione, produzione, controllo costi, ecc. .

La WBS è dunque una visione del progetto organizzata in livelli di scomposizione che rappresentano sia le sue parti fisiche, più o meno elementari, che le attività, più o meno dettagliate, necessarie per la sua realizzazione e completa gestione.

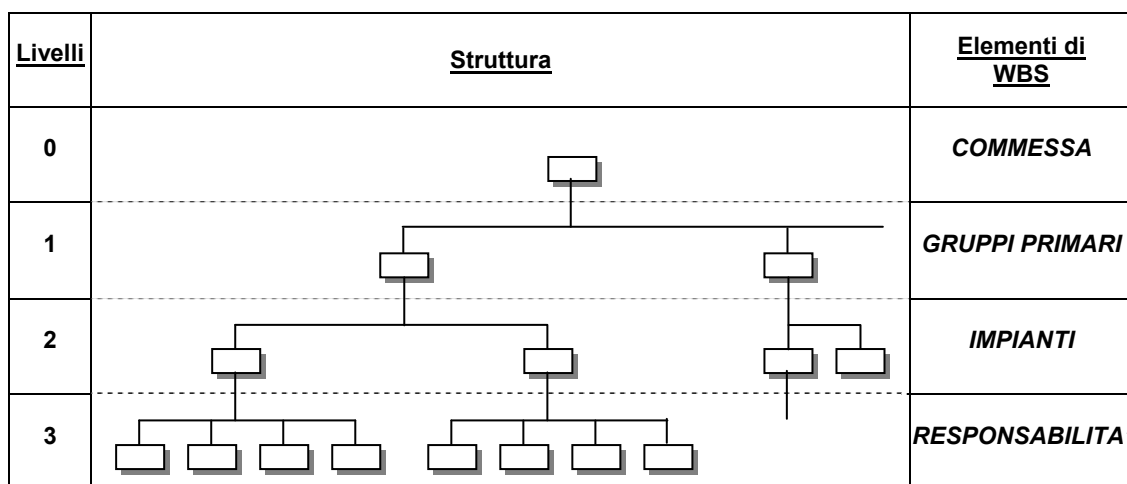
Il criterio di disaggregazione segue il principio secondo il quale un’attività complessa è costituita da una serie di attività elementari, le quali di conseguenza esistono in quanto concorrono

congiuntamente alla sua composizione.

La WBS, rappresentando la disaggregazione gerarchica del progetto, può essere definita attraverso una rappresentazione grafica con **struttura ad albero**. Gli elementi che compongono questa struttura vengono definiti “pacchi di lavoro” (**Work Packages – WP**) in cui sono definiti in modo univoco: *il codice* identificativo (“Codice WBS”); *il processo di lavoro*; *gli input necessari e gli output del lavoro*; *le risorse necessarie* indicate nella qualità, quantità e nel tempo; *le date di inizio e completamento dei lavori*; *i vincoli e le interfacce interne e/o esterne* che rappresentano le condizioni al contorno per l’esecuzione delle attività; *il responsabile di ogni lavoro*.

Questa organizzazione ad albero è definita secondo relazioni di appartenenza, ovvero gli elementi di livello inferiore sono sempre i componenti di quelli di livello superiore, che sono ad essi collegati in modo univoco.

Il seguente schema (Fig. 1.17), riporta i livelli e le corrispondenti denominazioni adottate in ambito Fincantieri.



**Fig. 1.17** - Schematizzazione della WBS; suddivisione in Livelli e nomenclatura degli elementi.

Si osserva che i criteri di articolazione di base sono i seguenti:

- l’articolazione dei primi due livelli (1 e 2 in Fig. 1.17) segue una “logica funzionale” (suddivisione in sistemi ed impianti);
- il terzo livello (3 in Fig. 1.17) è articolato secondo le “responsabilità” degli Enti aziendali coinvolti.

Alla fine di questo paragrafo (Fig. 1.20) è riportato uno schema d’insieme dell’articolazione della struttura ai diversi livelli e dei relativi criteri di codifica di seguito descritti.

### **GRUPPI PRIMARI (1° Livello)**

I Gruppi Primari rappresentano il primo livello di articolazione della commessa.

In tale ambito si riscontra, in primo luogo, una serie di elementi che identifica specifici sistemi



funzionali, di seguito elencati (

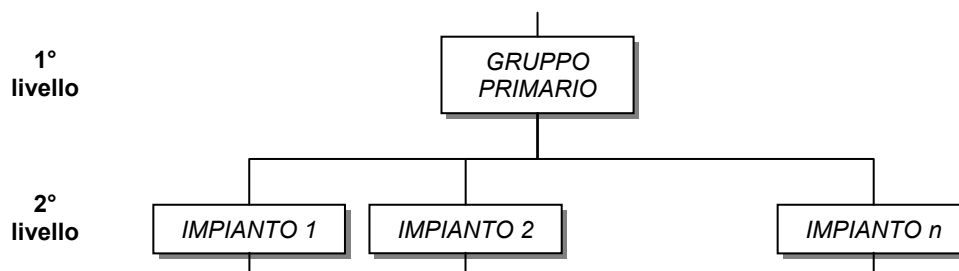
Tab. 1.3) con riferimento all'applicazione della WBS nelle Direzioni Navi Mercantili (MC) e nella Direzione Navi Militari (MM):

<i>applicazione MC</i>	<i>applicazione MM</i>
A) Scafo	1) Struttura dello Scafo
B) Rivestimenti - Isolazioni - Pitturazioni	2) Propulsione
C) Marine System	3) Impianti Elettrici
D) Ausiliari Scafo e di Apparato Motore	4) Comando e Sorveglianza
E) Ventilazione - Condizionamento - Refrigerazione	5) Ausiliari
F) Impianti Elettrici	6) Allestimento ed Arredamento
G) Catering ed Aree Di Servizio	7) Armamento
H) Cabine "Equipaggio" e "Passeggeri"	8) Integrazione e Progettazione
K) Arredamento Sale Pubbliche	9) Costruzione Nave e Servizi di Supporto
L) Propulsione	
M) Attività di Supporto e Spese Dirette	
N) Ingegneria dei Sistemi	

**Tab. 1.3** - Elenco e designazione (alfabetico per MC e numerico per MM) dei Gruppi Primari.

### **IMPIANTI (2° Livello)**

Al secondo livello, i Gruppi Primari che identificano sistemi funzionali si articolano in singoli Impianti, secondo lo schema generale seguente:



**Fig. 1.18** - Schema generale di articolazione del 2° livello di WBS.

Gli altri Gruppi Primari, che non hanno carattere funzionale, si articolano in elementi specifici. Si riporta qui di seguito a titolo di esempio (Tab. 1.4) solo un primo stralcio dell'effettiva articolazione di tutti i Gruppi Primari al 2° livello con riferimento sempre alla Divisione Mercantile.

CODICE DENOMINAZIONE

<b>A</b>	<b>0 0</b>	<b>GRUPPO SCAFO</b>
(il Gruppo Scafo si articola direttamente al terzo livello)		
<b>B</b>	<b>0 0</b>	<b>GRUPPO RIVESTIMENTI - ISOLAZIONI - PITTURAZIONI</b>
B	0 1	RIVESTIMENTO PONTI ESTERNI
B	0 2	PROTEZIONI E SISTEMAZIONI IN STIVA
B	0 3	ISOLAZIONI STRUTTURALI
B	0 4	ISOLAZIONI IMPIANTI
B	0 5	PITTURAZIONI - CEMENTAZIONI - RIEMPIMENTI
B	0 6	ISOLAZIONI CRIOGENICHE
<b>C</b>	<b>0 0</b>	<b>GRUPPO MARINE SYSTEM</b>
C	0 1	ORMEGGIO
C	0 2	TIMONERIE
C	0 3	ELICHE TRASVERSALI DI GOVERNO
C	0 4	IMPIANTI STABILIZZATORI
...	...	...

Tab. 1.4 - Esempio di elementi di WBS di 2° livello: applicazione Navi Mercantili.

**RESPONSABILITA' (3° Livello)**

Al terzo livello, ogni singolo impianto si articola nei quattro elementi corrispondenti alle responsabilità che, in base ai rispettivi "Accordi di Service", sono di competenza della Progettazione Funzionale, dell'Ente Acquisti di Direzione Navi, dello Stabilimento e del Project Manager, secondo il seguente schema fisso:

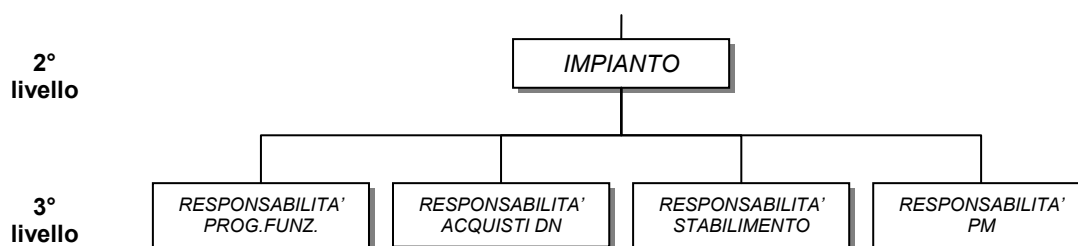


Fig. 1.19 - Articolazione degli elementi di WBS di 3° livello.

Tale articolazione consente di ottenere le specifiche evidenze economiche e finanziarie relative allo sviluppo delle attività oggetto degli "Accordi di Service".

**1.6.1 Codifica degli elementi di WBS**

Il sistema di codifica utilizzato per identificare univocamente tutti gli elementi di WBS si basa su una sequenza di quattro caratteri:

<b>Carattere</b>	<b>Livello Individuato</b>	<b>applicazione MC</b>	<b>applicazione MM</b>
<b>1</b>	<b>LIVELLO 1</b> ( <i>Gruppi Primari</i> )	lettera	numero
<b>2</b> <b>3</b>	<b>LIVELLO 2</b> ( <i>Impianti</i> )	due numeri	
<b>4</b>	<b>LIVELLO 3:</b> <i>(Responsabilità)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prog.Funzionale</li> <li>Acquisti di DN</li> <li>Stabilimento</li> <li>Project Management</li> </ul>	"P" "A" "S" "D"	

**Tab. 1.5** - Criterio di codifica degli elementi di WBS.

La struttura di WBS descritta viene utilizzata per identificare in modo univoco gli elementi oggetto delle attività di gestione e controllo commessa.

Si riporta infine nella pagina seguente uno schema d'insieme dell'articolazione della struttura di WBS ai diversi livelli e dei relativi criteri di codifica appena illustrati.

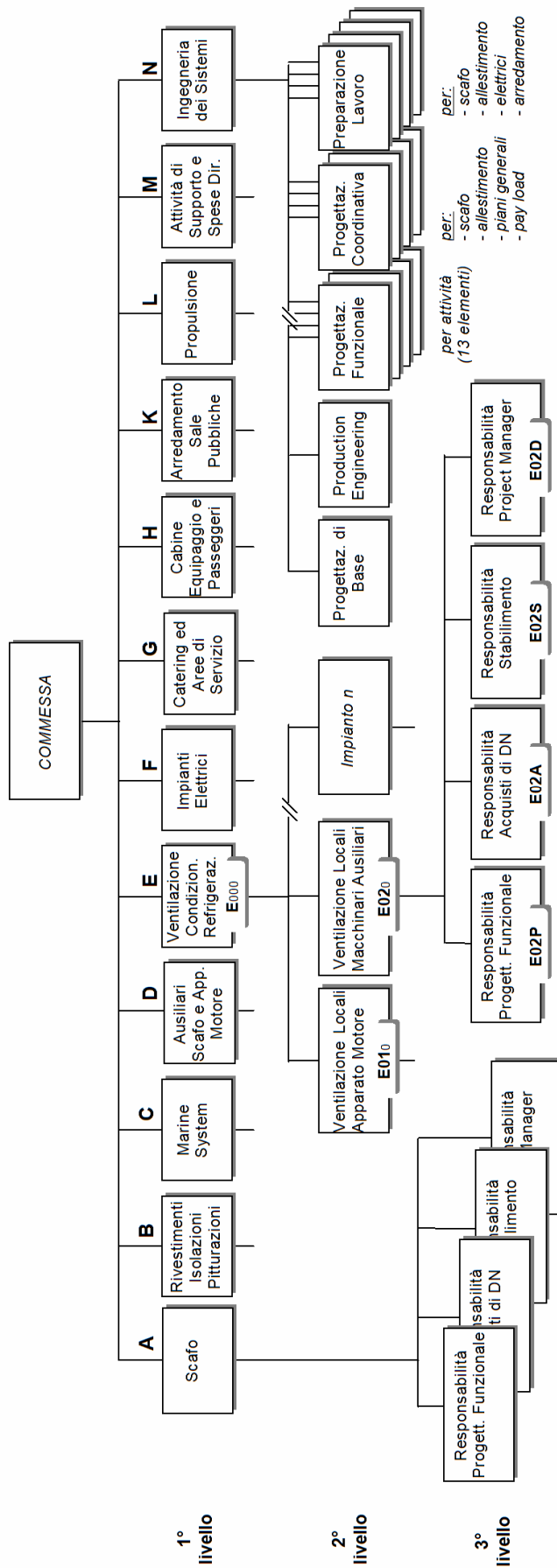


Fig. 1.20 - Applicazione della WBS per la Divisione Navi Mercantili e relativa codifica dei WP come in base alla Tab. 1.5.



## Capitolo 2

# Attività dell'Ufficio Metodi (MET): la *Production Engineering* (P.E.)

Con Production Engineering (P.E.) si intende il processo di industrializzazione integrata del prodotto nave nelle due componenti principali di scafo e allestimento, e definisce i criteri fondamentali di realizzazione della commessa allo scopo di:

- individuare le migliori modalità costruttive per la nave in funzione delle risorse disponibili in Stabilimento (impiantistiche, tecniche e professionali) e degli investimenti previsti nello stesso;
- individuare gli investimenti necessari e/o specifici per la commessa;
- ottimizzare i costi e ridurre i tempi di produzione nel rispetto dei requisiti contrattuali tecnici, programmatici e di qualità.

La responsabilità della realizzazione delle attività di P.E. è assegnata all'Ente Metodi, che coordina il gruppo dedicato alle attività di P.E. composto da personale dell'Ente Metodi stesso, dal COP, dal PLA, dai Centri Produttivi e degli altri Enti interessati.

Nei successivi paragrafi si andranno ad analizzare dapprima le macro attività di P.E. e le relative tempistiche standard nel contesto dell'attuale sistema organizzativo di Fincantieri, per poi passare ad un'analisi più dettagliata delle singole attività, dei ruoli e delle responsabilità nello sviluppo delle stesse e dei relativi documenti di output.

### **2.1 Macroattività di P.E. e flusso produttivo**

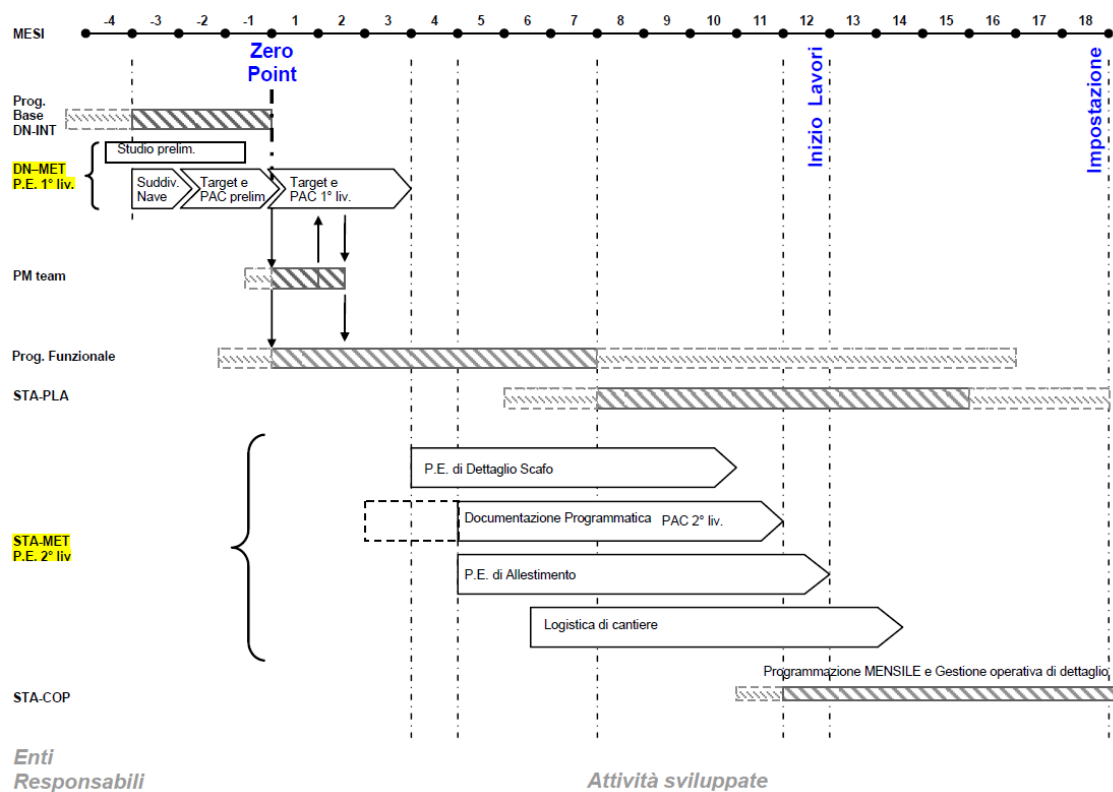
Le attività di P.E. devono iniziare già in fase di offerta del prodotto nave (§ 1.4.1) così da

assicurare con sufficiente anticipo l'individuazione degli eventuali interventi migliorativi che possano essere accolti dal progetto e che quindi consentano di ridurre i costi di sviluppo. Queste indicazioni possono essere recepite nei documenti contrattuali definitivi assieme agli eventuali vincoli costruttivi imposti dallo Stabilimento.

Tali attività si articolano in due livelli fondamentali legati allo stadio di avanzamento della commessa:

1. **P.E. di 1° Livello (fase preliminare);**
2. **P.E. di 2° Livello (fase di dettaglio);**

Per una più chiara comprensione di come sono articolate queste due macro attività e agevolare la descrizione, si riporta di seguito in Fig. 2.1 una schematizzazione delle macro attività di P.E. e del flusso produttivo, indicando la sequenza con cui esse vengono sviluppate dai relativi enti preposti.



**Fig. 2.1** - Schema delle macro attività di P.E. e flusso produttivo. A sinistra sono indicati gli enti responsabili, a destra le rispettive attività sviluppate nel tempo.

1. **P.E. di 1° Livello (fase preliminare):** contemporaneamente alla preparazione della documentazione tecnica prodotta dall'Ingegneria di Base e sulla base della proposta del Piano di Impostazione, Varo e Consegna (IVC), l'Ufficio Metodi Centrale (DN-MET) esegue lo studio

preliminare di fattibilità della nave e la suddivisione della nave in Anelli, Unità di Imbarco e Zone.

Tutto ciò consente di ricavare una proposta di sequenza temporale e tecnica dei montaggi in successione ("Programma Imbarchi Preliminare"). In particolare, si definiscono i tempi di attraversamento tra l'Inizio Lavori, l'Impostazione in bacino, il Varo e infine la Consegna (IIVC). Questo studio, per quanto preliminare, ha un'importanza fondamentale e rappresenta un elemento distintivo per ogni Azienda. Esso infatti non è solo il frutto di una profonda conoscenza sugli impianti di cantiere e sulla struttura e complessità di una nave, ma è anche l'espressione di una lunga e vissuta esperienza lavorativa.

Sulla base dei documenti tecnici descrittivi della nave corredati dalla relativa specifica contrattuale, dal Piano IIVC e dal Programma Imbarchi Preliminare collegato alla capacità realizzativa dello Stabilimento, deve essere emanato in corrispondenza della data di "Zero Point" il documento "Target Preliminare" (§ 1.4.2), che sintetizza una pianificazione preliminare (organizzata per Zone o Unità di Imbarco) delle attività e dell'occorrenza dei materiali. In esso viene descritta la "strategia di costruzione" della nave e viene suffragato dal "PAC (Programma Allacciamento Centri) Preliminare" che presenta una prima bozza di programmazione delle attività che vanno dall'ultimo imbarco in bacino (si veda § 2.3 – "Programma Imbarchi") fino all'attività di "Inizio Taglio" in Officina Navale (NAV).

Tale documentazione viene inviata al PM-Team che, sulla base dei maggiori dettagli della documentazione tecnica e della conferma dei tempi di consegna dei Main Items, ne verifica la congruenza e comunica le eventuali criticità a DN-MET.

DN-MET, congiuntamente all'Ente Metodi di Stabilimento (STA-MET), rielabora quindi le versioni preliminari, emettendo infine il "Target" e il "PAC di 1° livello". E' responsabilità del PM ufficializzare il Target.

**2. P.E. di 2° Livello (fase di dettaglio):** a partire e nel rispetto della P.E. di 1° livello e della prima documentazione emessa dalla Progettazione Funzionale, si sviluppa la *P.E. di Scafo*, la *P.E. di Allestimento*, la *Documentazione Programmatica* (PAC di 2° livello) e quella legata alla *logistica di Stabilimento*.

Queste attività sono a cura dell'Ente STA-MET che ne ha la responsabilità.

STA-MET si avvale della collaborazione di personale dell'Ente tecnico di Preparazione Lavoro (STA-PLA), del Controllo di Produzione (STA-COP) e dei Centri Produttivi (§ 1.5), che a loro volta sono destinatari della documentazione di output prodotta.

Alla luce di quanto detto, le attività di P.E. costituiscono parte integrante delle attività di sviluppo della Commessa.

Esse sono pertanto soggette a tutte le verifiche formali previste dalle procedure aziendali, in particolare per quanto concerne i processi di Project Management, Risk Management e Phase



Review<sup>7</sup>.

## 2.2 Programma Standard delle attività di P.E.

Con riferimento a quanto detto sopra, le singole attività di P.E. vengono sviluppate secondo un "Programma Standard" che è stato predisposto ipotizzando, per ciascuna di esse, la corretta e completa disponibilità della documentazione di input e dei riferimenti documentali standard (procedure interne, normative di enti esterni, ecc.) necessari al loro svolgimento.

E' cura dell'Ente Metodi, in collaborazione con il COP ed eventualmente con gli altri Enti di Stabilimento, personalizzare, in fase di acquisizione della commessa, il Programma Standard sulla base delle specificità della commessa stessa, al fine di programmare la corretta scadenza delle attività e fornire nei tempi stabiliti la documentazione necessaria per le attività a valle.

Ciò premesso, nei paragrafi successivi si andranno a descrivere nel dettaglio le singole attività di P.E. con riferimento ad una Costruzione Prototipo, distinguendole tra attività di primo e secondo livello e seguendo l'ordine con cui esse vengono riportate nel Programma Standard.

Viene riportato di seguito (Fig. 2.2) un esempio semplificato e parziale di tale programma con riferimento a una Costruzione della Divisione Navi Mercantili.

	ATTIVITA'	Resp.	2010	2011	2012
			g f m a m g l l a s o n d	g f m a m g l l a s o n d	g f m a m g l l a s o n d
	<i>Milestone principali NAVE</i>		0 POINT	I.L.	I V
<b>P.E. di PRIMO LIVELLO (DN-MET)</b>					
1	Analisi del progetto e verifiche di fattibilità	DN-MET			
2	Suddivisione della nave in Anelli Unità d'Imbarco e Zone	DN-MET			
3	Programma Imbarchi e Target Preliminare	PM			
4	Programma Allacciamento Centri Preliminare	DN-MET			
5	Target e Programma Allacciamento Centri di 1° Livello	DN-MET			

**Fig. 2.2** – Programma Standard semplificato delle attività di Production Engineering di 1° Livello per una Costruzione della Divisione Navi Mercantili.

<sup>7</sup> Phase Review: si intendono momenti di verifica formali effettuati in corrispondenza di momenti chiave del ciclo di vita di un prodotto/progetto/commessa con l'obiettivo di verificare, in corrispondenza dell'inizio di una nuova fase di attività, che tutti gli aspetti importanti della commessa siano stati correttamente ed efficacemente gestiti. E' un processo applicabile a tutti i progetti sia in fase di offerta che di esecuzione.

Nelle quattro pagine a seguire si riporta invece il Programma Standard delle attività di P.E. completo e dettagliato. I colori dei Gantt servono a raggruppare attività della stessa categoria (Scafo, Allestimento, ecc.) mentre i tratteggi servono a individuare attività che sono tra loro collegate e che vengono svolte in collaborazione tra gli enti preposti (si veda ad esempio l'estremità finale e iniziale dei Gantt indicanti le attività di elaborazione rispettivamente del PAC di 1° e 2° Livello).

ATTIVITA'	Resp.	Doc. di INPUT	Resp. INPUT	Gantt Chart			Dest. OUTPUT
				1	2	3	
Milestone principali NAVE				0 POINT	I.L.	V	
P. E. di PRIMO LIVELLO (DN-MET)							
1 Analisi del progetto e verifiche di fattibilità	DN-MET	Doc. Preliminari: - Piani Generali - Specifica Nave - Sez. Maestra geometrica - Esponente di Carico - Proposta di IVC	DN-INT - OPE				DN-MET PM MC-OPE STA
2 Suddivisione della nave in Anelli Unità d'imbarco e Zone	DN-MET	Piani Generali - Sezione Maestra geometrica - Esponente di Carico - Sistem. Macchine prelim. - Implantistica di STA	DN-INT - MET				PRC - MET
3 Programma Imbarchi e Target Preliminare	PM	Output fasi preced. - Vincoli di sollevamento - Verifica Main Items	DN-MET - PM Team				PRC - STA
4 Programma Allacciamento Centri Preliminare	DN-MET	Suddivisione Nave - Potenzialità produttive di STA	DN-MET - MC-PCP				STA-MET - PM - STA
5 Target e Programma Allacciamento Centri di 1° Livello	DN-MET	Output fasi precedenti - Vincoli di Sollevamento e Main Items	MET				STA-MET

ATTIVITA'	Resp.	Doc. di INPUT	Resp. INPUT	Milestone			Dest. OUTPUT
				1	2	3	
Milestone principali NAVE				0 POINT	IL	V	
P.E. di SECONDO LIVELLO (STA-MET)							
6 Piano di Fabbrica	STA-MET	- Sezione Maestra - Piano Ferri per Zone/Ponti - Sezioni long. e trasv.	MET -MC-SCA -MC-SCA -MC-SCA				PLA COP Centri Produttivi
7 P.E. di Dettaglio (Scafo)	STA-MET	- Piano dei Ferri - Implantistica di Stabilimento	MC-SCA -STA/MET				PLA - Rappresentazione su estratto del Piano dei Ferri dei livelli di prefabbricazione, indicando le Destinazioni successive ed i cianfrini relativi - Stesura della Distinta di Prodotto su Tecnomatix (NB: la documentazione sarà Rilasciata gradualmente per lotto)
8 Esploso Nave, Sezioni e Cicli di Lavoro	STA-MET	- P.E. di dettaglio - Disegni Funzionali	MET -MC-SCA				STA PM
9 Piano delle Saldature e Standard Cianfrini	STA-MET	- Implantistica esistente - Nuove tecnologie - Quadernetto saldature	Metodi -PRC -PRC				STA
10 Programma Allacciamento Centri di 2° Livello (STA-MET); Programma Operativo (COP); Programma di Gestione Op. (COP)	STA-MET COP	- Programma di Montaggio (=Prog.Imbarchi) - Programma Impiego Aree di PRS - Programmi di Pre-Allestimento - Programma Aree MAS (PRF+NAV)	MET STA				PM team STA COP Centri Produttivi

ATTIVITA'	Resp.	Doc. di INPUT	Resp. INPUT	Gantt Chart			Dest. OUTPUT
				1	2	3	
<i>Milestone principali NAVE</i>				0 POINT	IL	V	
11 Pallet Meeting	STA-PLA STA-MET	- Nuove tecnologie - Implantistica esistente - Disegni funzionali - Piani Coordinati - Esplosi	-Metodi -Metodi -PRC -PLA -Metodi				STA
12 P.E. Pre-allestimento Impianti e Macchinari	STA-MET	- Piano di Fabbrica - Piano dei Ferri - Implantistica di Stabilimento - Sollevamenti - Blocchi/Sezione	-Metodi -PRC -Centri Produttivi -PLA				STA
13 Programma Emissione Piani di Montaggio PLA/ALL	STA-MET	- PAC	-Metodi				STA
14 Programma Previsione Produzione Tubi	STA-MET	- Programma di PRS - Storico Programmi Navi precedenti - Pallettizzazione	-Metodi -STA -STA				STA
15 Programma Allestimento per Unità di Imbarco	STA-MET	- Programma di PRS - Programma Imbarchi	-Metodi -Metodi				STA
16 Programma e Piano Imbarco Cabine, Aperture Provvisorie per imbarco Cabine	STA-MET	- Piano Generale - Piano Imbarchi - Esploso Nave - Costruttivi di Scafo	-DN-INT -Metodi -Metodi -PLA				STA
17 Piano Locali Umidi	STA-MET	- Piani Generali					STA
18 Preparazione Superfici	STA-MET	- Cicli di lavoro					STA
19 Piano delle aperture provvisorie	STA-MET	- Piani Generali - Disegni costruttivi	-Metodi -Metodi				STA
20 Piano Impianti Provvisori (bacino e banchina)	STA-MET	- Piani Generali - Disegni costruttivi	-Metodi -Metodi				STA

ATTIVITA'	Resp.	Doc. di INPUT	Resp. INPUT	1	2	3	Doc. di OUTPUT	Dest. OUTPUT
<i>Milestone principali NAVE</i>				g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d	g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d	g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d g.f.m.a.m.g.l.a.s.o.n.d		
21 Piano delle ponteggiature (interne ed esterne)	STA-MET	- Disegno Esploso - Metodologie costruttive di PRF, PRS, MON - Fasi di pitturazione	Metodi Metodi STA				- Piano ponteggiature	STA
22 Piano Impostazione per le Unità di Imbarco e Piano Impostazione Nave	STA-MET	- Disegni Costruttivi di Scafo - Disegni Costruttivi di Allestimento (Piattaforma) - Esponente di Carico - Programma Occupazione Aree e Layout Bacino	PLA PLA DN-INT Metodi				- Piano Impostazione per le Unità di Montaggio e Piano Impostazione Nave	STA

## 2.3 Dettaglio delle attività/documentazione di P.E. di 1° Livello

### STUDIO PRELIMINARE E VERIFICA DI FATTIBILITA'

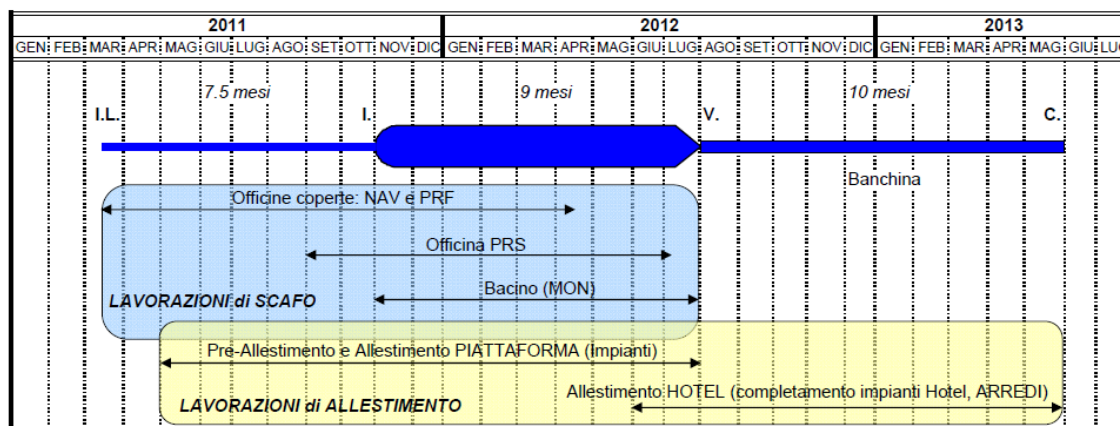
Sulla base dei Piani Generali, della geometria della sezione Maestra, dell'Esponente di Carico e della proposta del Piano di Impostazione, Varo e Consegna (IVC), viene verificata la fattibilità della commessa nello Stabilimento prescelto in funzione dell'impiantistica presente e di quella prevista dal piano quadriennale degli investimenti.

I punti che vengono analizzati nella verifica di fattibilità sono:

- Dimensione nave e sua compatibilità con la capacità del bacino/scalo (lunghezza, larghezza, altezza e immersione);
- Carico di lavoro in **tonnellate/mese** che dovranno transitare nelle officine di costruzione (linea scafo), e relativo confronto con le performance già ottenute dallo Stabilimento;
- Lead-time nel dopo varo e confronto con le migliori performance realizzate dallo Stabilimento nelle attività di allestimento.

Alla fine, vengono emessi i documenti dimostrativi di fattibilità (tecnica ed economica) e il Piano IIVC – Inizio Lavori, Impostazione, Varo e Consegna.

Si riporta di seguito (Fig. 2.3) il Piano IIVC della Costruzione che sarà trattata in questa tesi.



**Fig. 2.3** - Piano IIVC (Inizio Lavori (NAV) – Impostazione (in bacino) – Varo - Consegna) della Costruzione trattata in tesi.

### SUDDIVISIONE NAVE IN ANELLI, UNITA' DI IMBARCO E ZONE

Anelli, Unità di Imbarco e Zone sono termini ben specifici utilizzati per stabilire i criteri di suddivisione nave e standardizzare/uniformare la codifica degli elementi di scafo.

Per una più chiara comprensione di quanto viene di seguito descritto, si fa riferimento alla Fig. 2.4.

Le *suddivisioni* della nave *in senso orizzontale* vengono denominate **Strati**:

- I Strato: delimitato in basso dal fondo e superiormente dal ponte delle paratie; viene indicato come area tecnica di macchina.
- II Strato: - per le navi *cruise*: va dal ponte delle paratie al ponte che delimita le aree di servizio;  
- per le navi *ferries*: va dal ponte delle paratie al ponte che delimita le aree garages.
- III Strato: area cabine.
- IV Strato: aree pubbliche.

Le *suddivisioni* della nave *in senso trasversale* vengono denominate **Anelli**<sup>8</sup>.

La suddivisione in Anelli tiene conto della lunghezza delle Main Vertical Zone (MVZ)<sup>9</sup>, dei locali interni (apparato motore, cofano, scaloni, ecc.), delle esigenze dello scafo (campo ordinate e campi rinforzati), dell'impiantistica di Stabilimento e dei formati standard del materiale ferroso a disposizione. Tendenzialmente si cerca di fare in modo che gli Anelli abbiano tutti la stessa lunghezza.

Gli Anelli sono identificati con un numero progressivo (dal numero 1 in avanti) da poppa a prora della nave.

Le aree delimitate dall'intersezione di uno o più Strati con le MVZ vengono chiamate **Zone**.

Fanno eccezione le zone del I strato che non vengono individuate dalle MVZ, bensì dalle paratie di compartimentazione che ne delimitano i locali tecnici (apparato motore, ausiliari, casse, gavoni, ecc.).

Una Zona, sarà quindi costituita dall'insieme di più Anelli caratterizzati dalla stessa destinazione operativa e congruenti per tempi di pianificazione della produzione (sia di scafo che di allestimento).

I motivi per cui si è introdotto il concetto di zonificazione possono allora essere riassunti come segue:

- Esigenze di avere una raccolta dati di costo delle strutture di scafo omogenee;
- Esigenze di progettazione; per permettere un'equilibrata ripartizione delle attività di ingegneria e di definizione dei Pallet (grazie ai contenuti omogenei in termini di allestimento impiantistico per ogni Zona; vedi di seguito § 2.4.2);
- Esigenze di programmazione; per razionalizzare e semplificare, nell'ambito di una determinata fase di costruzione, l'individuazione di diversi appuntamenti temporali e

<sup>8</sup> Bisogna precisare che, nell'ambito della Divisione Navi Militari (DMM), per *Anello* si intende la suddivisione della nave in senso trasversale che include tutta la struttura dello scafo fino al ponte di coperta, diversamente dalle costruzioni mercantili in cui si intende invece solamente la suddivisione trasversale senza fare alcuna considerazione sull'estensione in altezza.

<sup>9</sup> Main Vertical Zone (MVZ): zona nave delimitata da paratie strutturate tagliafuoco e sono numerate da prora verso poppa.



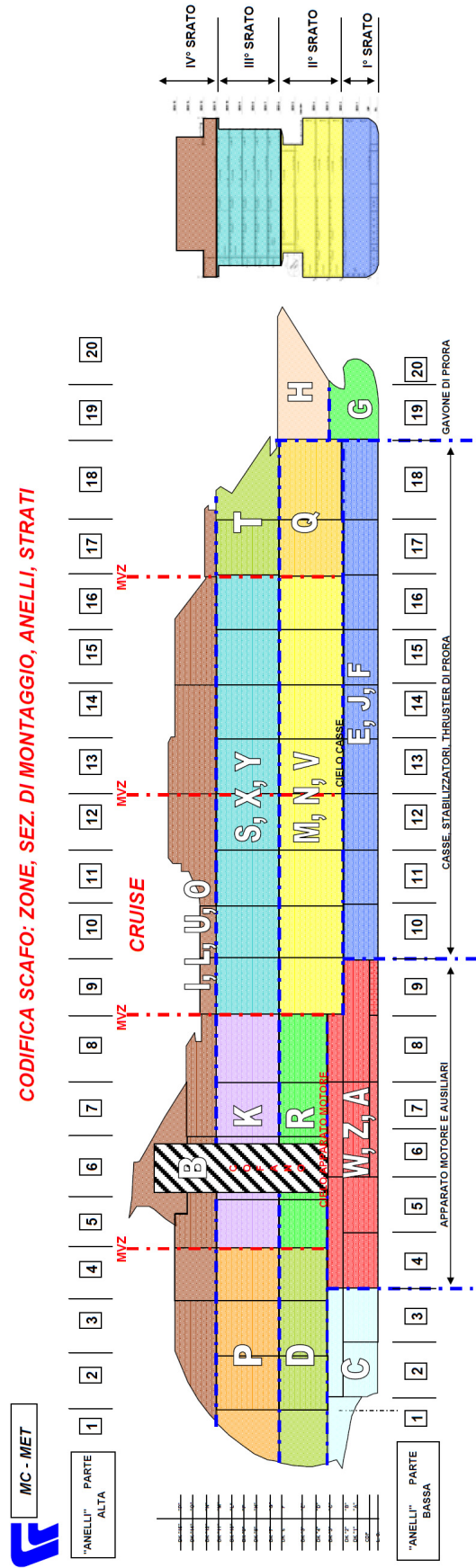
precedenze operative in base ai quali definire i calendari di approvvigionamento dei materiali (di scafo e di allestimento);

- Integrazione scafo-allestimento allo scopo di unificare il linguaggio e la preparazione lavoro di queste attività.

Le zone vengono identificate con un carattere alfabetico (A, B, C...) e costituiscono, per quanto detto sopra, le unità di riferimento per la compilazione del Programma Target.

La Zona, a sua volta, è suddivisa in **Unità di Imbarco – U.d.I.** (§ 1.4.4). Queste sono costituite o da *sezioni di montaggio* (Sezioni, composte da Blocchi assemblati in PRS) o da *singoli blocchi* (Blocchi Sciolti di PRF che, per ragioni costruttive, vengono imbarcati direttamente in bacino/scalo).

Possiamo quindi dare una seconda definizione di Zona, congruente con la precedente: una Zona è l'insieme di Sezioni/Blocchi con caratteristiche di omogeneità funzionale.



**Fig. 2.4** - Esempio di Codifica Scafo in Zone, Unità di Imbarco, Anelli e Strati per una nave cruise. Per una lettura della codifica si prenda ad esempio la zona D (messa in evidenza da una colorazione uniforme). Tale Zona si estende all'interno del II Strato nella MVZ di estrema poppa interessando gli Anelli dal numero 1 al numero 4 che rispecchiano la suddivisione in 4 Unità di Imbarco.

Ora, sulla base dei documenti prodotti dalla Progettazione di Base (in particolare Piani Generali, suddivisione della nave in Main Vertical Zone – MVZ, Sistemazione dei Macchinari, sezione Maestra, Piano dei Ferri ed Esponente di Carico), DN -MET effettua innanzitutto, sulla vista longitudinale della nave, la suddivisione in Anelli. Da questa, è poi possibile definire le diverse Unità di Imbarco (Sezioni o Blocchi Sciolti). Infine, dall'insieme di più Unità di Imbarco si definiscono le Zone.

A ciascuno degli elementi appena citati (Anelli, Sezioni e Blocchi, Zone) si assegna il relativo codice identificativo, evidenziandone la lunghezza rispetto al piano delle ordinate nave. Ad esempio, con riferimento alla Zona Z della Costruzione trattata in questa tesi (si veda Fig. 2.5), questa è formata da quattro Anelli (Anello 6, 7, 8 e 9). In particolare prendendo come riferimento l'Anello 6, questo si estende dall'ordinata 96 alla 116 con taglio delle lamiere a 250 mm a proravia di dette ordinate. Con ciò le estremità dell'Anello vengono indicate come "Ord.96+250 mm" e "Ord.116+250 mm".

La suddivisione ragionata della nave negli elementi sopra illustrati ha l'obiettivo di:

- ottimizzare l'impiantistica di Stabilimento, e quindi:
  - suddividere la nave in anelli di dimensioni compatibili con le dimensioni delle officine, con gli impianti presenti nello Stabilimento individuato per la Costruzione e con i formati standard delle lamiere;
  - prevedere Unità di Imbarco allestite di peso prossimo ai limiti di sollevamento delle attrezzature disponibili in STA;
- effettuare la scomposizione in Sezioni e Blocchi tenendo conto della struttura della nave per quanto attiene alla suddivisione interna dei locali (AC-Station, Scaloni, Cofano Motore, ecc.);
- considerare le caratteristiche degli altri Stabilimenti sociali, per ridurre i costi di ingegneria di una commessa ripetuta (o di un eventuale troncone) da realizzare in un cantiere diverso.

Nella determinazione delle Sezioni dovranno essere previsti Blocchi che tengano conto dei macchinari più ingombranti, tali da permettere l'imbarco dei macchinari più costosi (quali motori principali, caldaie, diesel alternatori, ecc.) il più tardi possibile compatibilmente con le esigenze del programma di costruzione della nave.

Per navi di particolare complessità, quali navi passeggeri, traghetto e navi speciali, deve inoltre essere effettuato uno studio relativo all'imbarco ed alla movimentazione a bordo di manufatti particolarmente ingombranti quali cabine, locali igiene prefabbricati ed arredamenti delle sale pubbliche.

L'output finale è rappresentato da due viste longitudinali della nave: nella prima si riporta la suddivisione in Zone, nella seconda la suddivisione in Unità di Imbarco (si veda la Fig. 2.5 con riferimento alla Costruzione trattata in tesi).



Fig. 2.5 - Suddivisione in Zone (sopra) e Unità di Imbarco / Blocchi Sciolti (sotto) della Costruzione trattata in questa tesi.

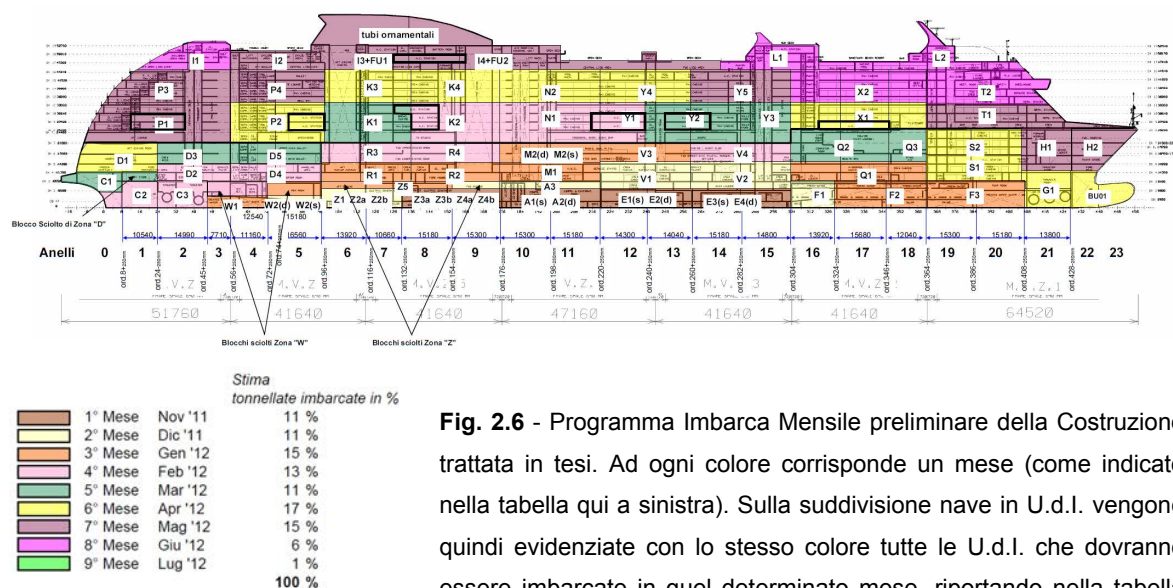
## PROGRAMMA IMBARCHI MENSILE (Preliminare)

Dopo aver definito gli “oggetti” da imbarcare e stimato il peso, viene elaborato un programma di massima con la visualizzazione degli imbarchi mensili sulla base del Piano IVC e delle potenzialità produttive dello Stabilimento.

Tale programma deve essere congruente a quanto sintetizzato dal “programma occupazione bacini/scali”.

L’output rilasciato è un’integrazione di quello dell’attività precedente (zonificazione della nave). Sulla vista longitudinale della nave vengono evidenziate con uno stesso colore (uno diverso per ogni mese) tutte le Unità di Imbarco che dovranno essere posizionate in bacino/scalo per ogni mese. In una tabella sottostante poi, si riporta, mese per mese, il tonnellaggio complessivo dato dalla somma di tutte le U.d.I. che si prevede dovranno essere imbarcate.

Si riporta di seguito, in Fig. 2.6, il Programma Imbarchi Mensile preliminare sviluppato per la Costruzione trattata in questa tesi.



**Fig. 2.6** - Programma Imbarca Mensile preliminare della Costruzione trattata in tesi. Ad ogni colore corrisponde un mese (come indicato nella tabella qui a sinistra). Sulla suddivisione nave in U.d.I. vengono quindi evidenziate con lo stesso colore tutte le U.d.I. che dovranno essere imbarcate in quel determinato mese, riportando nella tabella sottostante le tonnellate complessive in percentuale. Le tonnellate imbarcate dovranno essere distribuite il più omogeneamente possibile lungo tutta la durata del Bacino, in modo da avere un carico di lavoro il più costante possibile.

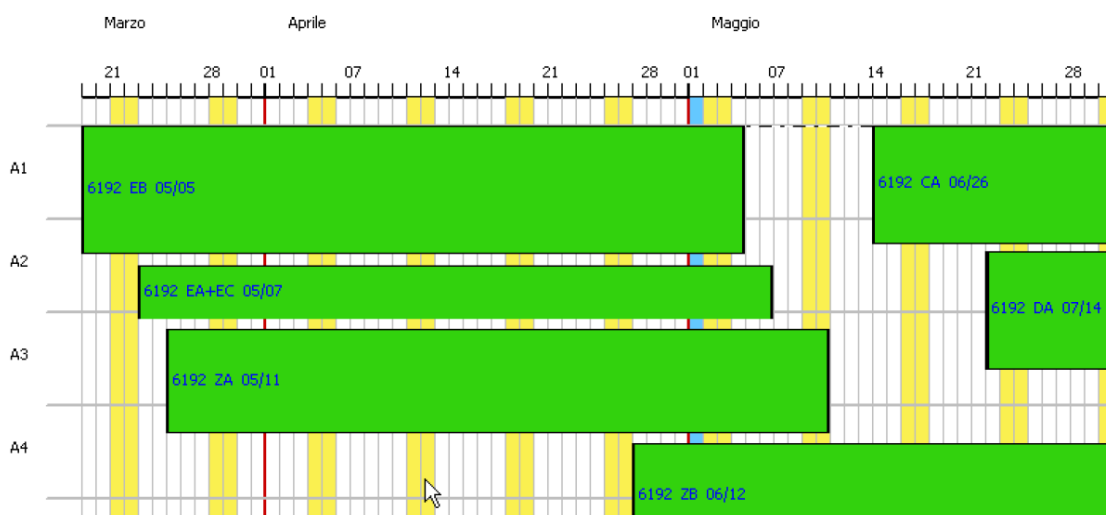
## PROGRAMMA IMBARCHI

Sulla base del Piano IIVC, di quanto pianificato nell’attività precedente (Programma Imbarchi Mensile Preliminare) e della scomposizione della nave in U.d.I., viene elaborato il Programma Imbarchi, per definire in maniera specifica gli eventi temporali per l’imbarco delle Sezioni, dei Blocchi Sciolti e dei macchinari principali in bacino o su scalo, in funzione dei vincoli d’imbarco e

delle possibilità dello Stabilimento.

Graficamente (output finale), il Programma Imbarchi è un diagramma reticolare (tipo PERT - Program Evaluation and Review Technique) tempificato (Fig. 2.8), in cui vengono evidenziate le sequenze corrette di imbarco delle Sezioni (i "nodi" del diagramma) e delle relative precedenze (definite dai "rami"), con evidenza del percorso critico<sup>10</sup> (relativo, ad esempio, all'allineamento della linea d'assi) che potrebbe far slittare la data del varo.

A convalida del Programma Imbarchi sviluppato, viene elaborato un "Programma di Premontaggio" ("Programma di PRS") per verificare che effettivamente sussista la disponibilità delle aree di PRS necessarie alla costruzione delle Sezioni. Graficamente si tratta di un diagramma a barre detto "Gantt occupazione aree di PRS" (si veda Fig. 2.7), che mostra, area per area (dell'officina di PRS), la collocazione sia temporale (ascisse) che spaziale (ordinate) delle attività di premontaggio delle Sezioni.



**Fig. 2.7** - Dettaglio di "Gantt occupazione area" per una specifica area di PRS. In ordinate è indicata la suddivisione dell'area in metri (A1, A2, ecc.). All'interno di ciascun Gantt viene indicata la Costruzione (6192), la Sezione (ad es. EB) e la data di imbarco della stessa in bacino (ad es. 05/05).

Ogni singola barra (Gantt) rappresenta l'attività di premontaggio di una Sezione posizionata nel tempo ("a partire da" e "fino a") e nello spazio (in che area dell'officina di PRS). Per quanto riguarda il tempo, le date "a partire da" (imbarco del primo Blocco in Sezione) e "fino a" (imbarco della Sezione in bacino) individuano automaticamente la lunghezza di ciascun Gantt, che rappresenta così la durata di realizzazione di ciascuna Sezione. Questa durata è comprensiva, oltre che della durata delle attività di Scafo, anche di quella delle attività di Allestimento Residuo (residuo rispetto al termine delle attività di scafo). Per quanto riguarda invece il posizionamento

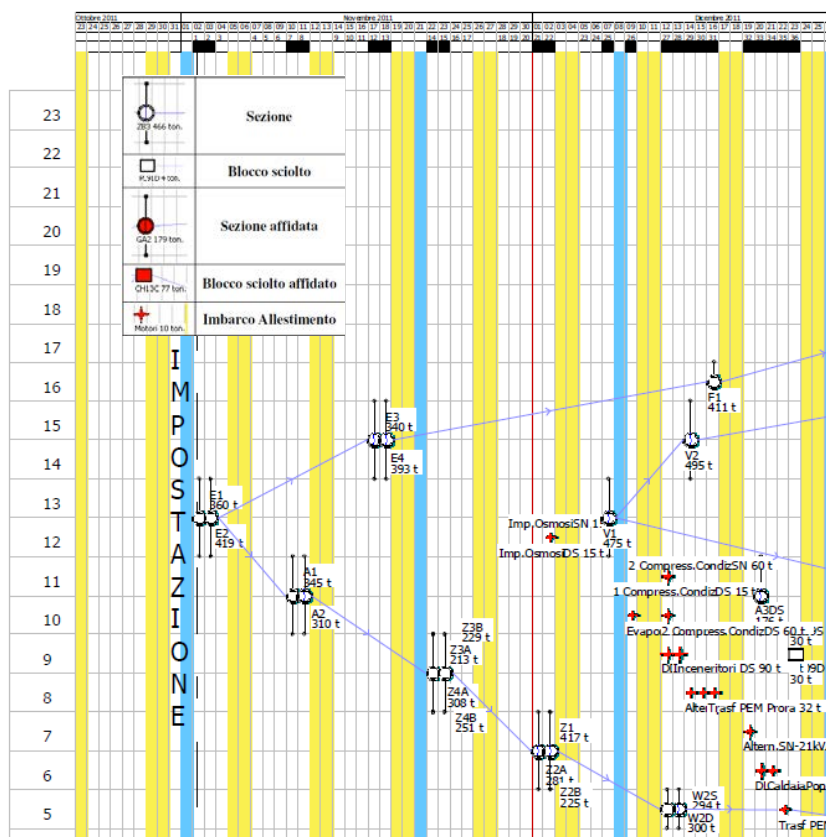
<sup>10</sup> Nell'ambito di un diagramma reticolare il "Percorso critico" rappresenta la sequenza di attività più critica (massima durata) per il completamento di un progetto (in questo caso la costruzione della nave in bacino). Una volta individuato il percorso critico si devono tenere sotto stretto controllo le attività che lo compongono, in quanto un ritardo (maggiore durata del previsto) di una qualsiasi di queste comporta inevitabilmente un ritardo dell'intero progetto (in questo caso il Varo).

nello spazio, l'asse delle ordinate riporta la lunghezza in metri (o la suddivisione in piazzole) di ciascuna area di PRS così come la larghezza di ogni singolo Gantt (lato corto) indica la lunghezza in metri della relativa Sezione. A seconda del posizionamento di un Gantt all'interno del diagramma, rimane quindi automaticamente definita quale area viene occupata e, sulla base di quanto detto prima, per quanto tempo. Risulta ovvio che ciascun Gantt non potrà mai essere sovrapposto a un altro: ciò infatti indicherebbe due Sezioni costruite nella stessa area e nello stesso momento.

Come conseguenza diretta del Programma Imbarchi, infine, viene elaborato anche un "Programma di Montaggio", che riporta, per via tabellare e/o grafica, la durata delle attività di montaggio delle U.d.I. in bacino/scalo. In generale, le tempistiche per montare (saldare) una Sezione a bordo vanno da un massimo di 15 giorni a un minimo di una settimana.

In alcuni casi (navi di particolare complessità come i Mega Yacht) si elabora anche un fascicolo denominato "Piano di Montaggio Visualizzato", che illustra la situazione dello scalo/bacino in tempi successivi (mensilmente) andando a visualizzare l'evolversi della Costruzione (illustrando cioè le U.d.I. e i macchinari principali che via via vengono posizionate).

A titolo di esempio si riporta qui di seguito in Fig. 2.8 solo un estratto del Programma Imbarchi elaborato per la Costruzione trattata in tesi.



**Fig. 2.8** - Stralcio della parte iniziale del Programma Imbarchi della Costruzione trattata in tesi. Ogni nodo (cerchio) rappresenta una Sezione in corrispondenza della data d'imbarco (calendario in ascissa), indicandone tra l'altro il peso e gli Anelli (i numeri in ordinata) in esso compresi. Ad esempio la Sezione Z1 pesa 417 t e comprende gli Anelli 6 e 7 (come si può verificare dalla precedente Fig. 2.5). I rettangoli e le crocette rosse rappresentano invece rispettivamente gli imbarchi di Blocchi Sciolti e di elementi di Allestimento.

## **PROGRAMMA TARGET DI COMMESSA**

Sulla base di quanto emerso dalle attività precedenti, in particolare dalla zonificazione e dal Programma Imbarchi, DN-MET sviluppa il "Programma Target di Commessa Preliminare", o più semplicemente "Target Preliminare", in linea con le date di IIVC.

Questo, viene inviato al PM di competenza che, sulla base dei maggiori dettagli della documentazione tecnica e della conferma dei tempi di consegna dei Main Items, lo analizza, ne verifica la congruenza e comunica le eventuali criticità a DN-MET.

DN-MET (congiuntamente con STA-MET) rielabora quindi il Target Preliminare ottenendo alla fine il "Target di 1° Livello" che, ufficializzato dal PM, diventa il documento operativo e ufficiale da inviare successivamente a tutti gli Enti.

Il Target di Commessa è un documento fondamentale che, con un elevato grado di sintesi, riassume la strategia/scelte aziendali per la costruzione della commessa e, quindi, le linee guida per lo svolgimento di tutte le attività di P.E. . Lo si può quindi definire come un "documento di equilibrio aziendale".

Il Target rappresenta lo strumento di pianificazione generale di produzione della nave, nel senso che gli elementi di cui è composto vengono utilizzati per collocare nel tempo le attività cui fanno riferimento.

Graficamente è un programma sintetico, organizzato per Zona per le costruzioni della DMC o per Anello per le costruzioni della DMM<sup>11</sup>, che riporta per ciascuna Zona della nave (Anello per DMM) le fasi/appuntamenti propedeutici all'avvio delle attività di produzione e costituisce il riferimento standard e stabile per tutte le fasi di produzione.

Per ciascuna Zona sono definite le seguenti attività principali suddivise nelle due aree di competenza

**(A) Scafo**

**(B) Allestimento**

che si sviluppano come di seguito illustrato.

**(A) Scafo**

Per quanto concerne lo scafo, sul Target sono indicati:

- data limite prima ordinazione acciaio (standard 5 mesi precedenti l'inizio di NAV);
- data limite prima disponibilità documentazione esecutiva;
- periodo di lavorazione officine scafo a terra:
  - NAV: con inizio in genere 200 gg prima dell'Imbarco;
  - PRF: con inizio in genere 30 gg dopo l'inizio di NAV;
  - PRS: con inizio in genere 60 gg prima dell'imbarco;
- periodo degli imbarchi scafo in bacino/scalo.

<sup>11</sup> Si veda quanto detto a proposito degli Anelli per le costruzioni militari nella nota 8.



**(B) Allestimento**

Per quanto riguarda l'allestimento, sul Target vengono indicati solo i momenti (le date) in cui i materiali grezzi e i prodotti finiti (materiali (tubi nuove tecnologie, strade cavi, ecc.), manufatti (tubi realizzati in cantiere, carpenterie, ecc.), macchinari, impianti) devono essere disponibili per consentire l'avvio delle attività di pre-allestimento che sono raggruppate, come vedremo, per Sottorete (S.R.). Le attività di pre-allestimento, come è già stato detto in § 1.4.4, si declinano con la messa in opera dei manufatti, macchinari e impianti sulle parti di scafo nudo (Blocchi e Sezioni). Lo sviluppo di queste attività prende il nome di Stadi di lavorazione (S). Per i manufatti, vengono inoltre indicate sul Target le date limite di occorrenza per i disegni costruttivi necessari alla loro realizzazione.

Con riferimento a quanto appena detto, sul Target sono quindi indicati:

- le date limite di arrivo (*al più presto*) dei materiali/prodotti finiti per l'avvio degli Stadi, in particolare per la DMC:
  - stadio S1 = arrivo materiali grezzi in Stabilimento per avvio produzione in officina. In genere 60 gg prima di S2.
  - stadio S2 = arrivo materiali/manufatti per avvio pre-allestimento Blocchi in prefabbricazione – PRF (S.R. 6000) e relativi disegni di montaggio. Ultima decade del mese precedente l'inizio di S.R. 6000.
  - stadio S3 = arrivo materiali/manufatti/macchinari/impianti per avvio pre-allestimento su Sezioni in premontaggio – PRS (S.R. 7000 e 8000) e relativi disegni di montaggio. Ultima decade del mese precedente l'inizio di S.R. 7000.
  - stadio S4 = arrivo materiali/manufatti/macchinari/impianti per allestimento in bacino/scalo sino al Varo della nave (S.R. da 1000 a 5000 più 8000) e relativi disegni di montaggio. Ultima decade del mese precedente l'Imbarco.
  - stadi S5 = arrivo materiali/manufatti per completamento allestimento a ed S6                      bordo con l'unità in banchina (S7 per DMM).
  
- le date limite di occorrenza dei primi disegni costruttivi dei manufatti, in particolare:
  - disegni B2 = per la realizzazione dei manufatti da montare in stadio S2. In genere 60 gg prima di S2.
  - disegni B3 = per la realizzazione dei manufatti da montare in stadio S3. In genere 60 gg prima di S3.
  - disegni B4 = per la realizzazione dei manufatti da montare in stadio S4. In genere 60 gg prima di S4.

Il concetto di "sottorete" (S.R.), citato all'inizio e presente nelle definizioni dei diversi Stadi S,

indica l'insieme di attività (di allestimento) o di tipologie lavorative che competono a una sola officina necessari allo sviluppo di uno Stadio di lavorazione S. In particolare:

- S.R. 6000: attività di allestimento su Blocchi di manufatti (pre-allestimento in PRF) da sviluppare nello Stadio S2. L'officina responsabile è la PRF. L'inizio di tali attività viene generalmente indicato sul Target al termine delle attività di scafo inerenti al Blocco;
- S.R. 7000: attività di allestimento su Sezioni di manufatti (pre-allestimento in PRS) da sviluppare nello Stadio S3. L'officina responsabile è la PRS o la PRA. L'inizio di tali attività viene generalmente indicato sul Target 10 gg dopo l'inizio di PRS;
- S.R. 8000: attività di allestimento su Sezioni (Stadio S3) o in bacino (Stadio S4) di Moduli<sup>12</sup> e/o Unità di Montaggio<sup>13</sup> (si vedano Fig. 2.9 e Fig. 2.10). L'officina responsabile in questo caso è ancora una volta PRS o PRA;
- S.R. 1000: attività di allestimento dell'area Apparato Motore (officina responsabile: APP) da effettuare in bacino dopo l'unione di Sezioni (Stadio S4) o a bordo con la nave in banchina (StadioS5);
- S.R. 2000 e 3000: attività di allestimento dell'area Fuori Apparato Motore (officina responsabile: FAM e AUX), rispettivamente di piattaforma (2000) o Hotel (3000), da effettuare in bacino dopo l'unione di Sezioni (Stadio S4) o a bordo con la nave in banchina (StadioS5);
- S.R. 4000 e 5000: attività di allestimento elettrico (officina ALE), rispettivamente di piattaforma (4000) o Hotel (5000), da effettuare in bacino dopo l'unione di Sezioni (Stadio S4) o a bordo con nave in banchina (Stadio S5).

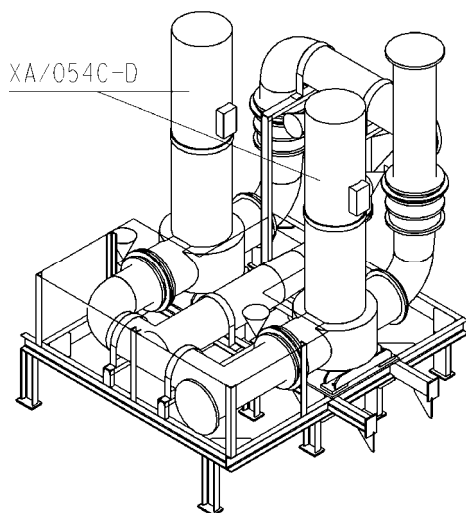
Ultima indicazione che si ricava dal Target è quella relativa alla data di messa in opera delle apparecchiature particolarmente importanti (i Main Items, quali Motori Diesel-Generatori, Alternatori Asse, Evaporatori, Caldaie, ecc.) che vengono trattate come singole voci in corrispondenza della Zona.

A partire dal Target si può intuire come sia possibile ricavare con un processo a ritroso la programmazione congruente per le attività di Ingegneria Coordinativa – Ingegneria Funzionale – Approvvigionamento Materiali e quindi Specifiche Tecniche da allegare agli ordini.

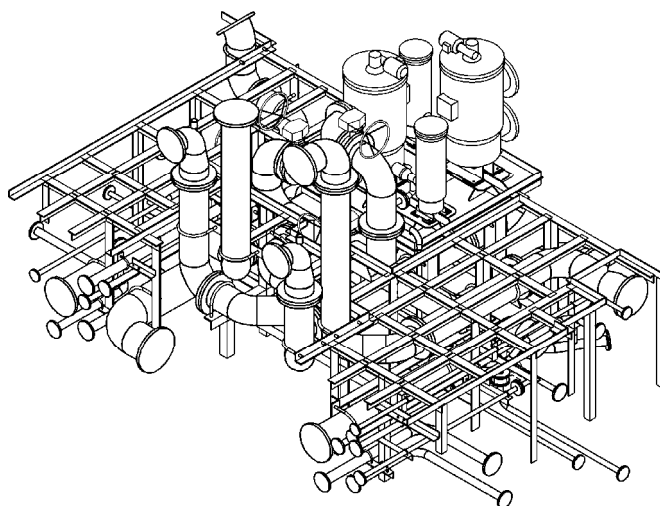
E' importante notare infatti come gli stadi S (indicati sul Target) abbiano una valenza che, per quanto riguarda i programmi di dettaglio, risulta del tutto analoga a quella delle milestones del MPP (§ 1.4.1 – (B)). E' infatti sulla base di queste date che viene sviluppato il programma di approvvigionamento materiali, il quale, essendo rilasciato con largo anticipo rispetto ai programmi di produzione, viene a costituire un vincolo per questi ultimi.

<sup>12</sup> Modulo di Montaggio: un telaio principale sul quale sono montati telai completi di basamenti, tubi, accessori, macchinari e paglioli.

<sup>13</sup> Unità di Montaggio: telaio principale sul quale sono montati telai con soli tubi, paglioli e/o accessori.



**Fig. 2.9** - Esempio di Modulo di Montaggio: telaio principale con sopra montato un telaio compreso di basamenti, macchinari e pagliolo. In particolare, si tratta di un Modulo mono-fluido (acqua dolce di raffreddamento) con installate due pompe (marca pezzo XA/054C-D).



**Fig. 2.10** - Esempio di Unità di Montaggio: telaio portante con sopra montato un telaio, tubi, accessori e pagliolo. In questo caso sono compresi più servizi, quali olio di lubrificazione, acqua di raffreddamento, scarichi ghiotte, vapore e scarico condense.

Inoltre, si può evidenziare che:

1. gli stadi S, oltre a costituire il riferimento per quanto riguarda l'approvvigionamento di materiali, forniscono anche le milestones di sincronizzazione tra il programma di produzione e il programma di progettazione esecutiva;
2. gli stadi da S2 a S5 scandiscono Zona per Zona l'inizio delle attività di allestimento;
3. le date per i disegni B forniscono, almeno in prima approssimazione, le milestones di sincronizzazione tra il programma di progettazione esecutiva e quello di progettazione coordinativa che deve integrarsi con i programmi di progettazione funzionale.

Oltre al Target per Zone, l'Ufficio Metodi sviluppa anche un Target di dettaglio organizzato per Unità di Imbarco, con indicazione dei relativi stadi S1, S2, S3 ed S4, che consente di fornire indicazioni più precise relativamente all'inizio delle S.R. .

Il Target per U.d.I. dunque, rappresenta il punto di partenza per la programmazione di dettaglio del singolo Blocco/Sezione e delle relative attività di pre-allestimento. Target per Zone e Target per U.d.I. devono essere chiaramente legati, ovvero bisogna che sia sempre verificato che il più anticipato degli stadi di Sezione non sia anteriore al relativo stadio di Zona.

Di seguito vengono riportati a titolo di esempio un estratto del Target per Zone (Fig. 2.11) e uno del Target per Unità di Imbarco (Fig. 2.12) elaborati per la Costruzione trattata in tesi. In ascissa, oltre alla scala dei tempi (mesi in decine di giorni), viene riportato il Piano IIVC della

Costruzione. In ordinata sono invece riportate solamente le Zone (Fig. 2.11) oppure anche tutte le singole U.d.I. e i Main Items il cui imbarco è previsto sciolto (Fig. 2.12). Per una lettura del diagramma, e per avere un riscontro con le tempistiche standard precedentemente indicate, si faccia riferimento alla U.d.I. "Z3A" (la prima in Fig. 2.12) appartenente alla Zona Z (presa come caso-tipo della Costruzione trattata in questa tesi). Si tratta di una Sezione da 213 t e con imbarco previsto il 22 novembre 2011 (si veda il Programma Imbarchi in Fig. 2.8). Con riferimento a questa data, l'inizio lavori in Officina NAV prenderà il via circa 200 gg prima. La prima ordinazione di materiali ferrosi (OM), per consentirne l'avvio, dovrà essere fatta 5 mesi prima dell'inizio di NAV. L'inizio lavori in PRF avrà luogo circa 30 gg dopo l'inizio di NAV al termine del quale prenderanno il via le attività di pre-allestimento su Blocco (Sottorete 6000). Per consentire l'avvio di queste ultime, l'ultima decade del mese precedente l'inizio della S.R. 6000 si troverà lo stadio S2 (arrivo dei materiali/manufatti) e circa 60 gg prima di questo, lo stadio S1 ( arrivo dei materiali grezzi) e i disegni costruttivi B2 dei manufatti da realizzare con i materiali grezzi di S1 e da montare in S2. Le attività di costruzione della Sezione in PRS inizieranno 60 gg prima dell'imbarco della stessa in bacino e 10 gg dopo l'inizio di PRS prenderanno il via le attività di pre-allestimento di Sottorete 7000. Per consentire l'avvio della S.R. 7000, l'ultima decade del mese precedente l'inizio di 7000 si troverà lo stadio S3 (arrivo dei materiali/manufatti/macchinari/impianti) e 60 gg prima di questo i disegni costruttivi B3 dei relativi manufatti. Infine, l'ultima decade del mese precedente l'imbarco della Sezione, si troverà lo stadio S4 (arrivo dei materiali/macchinari/impianti da montare in bacino) e 60 gg prima di questo i disegni costruttivi B4 dei relativi manufatti.

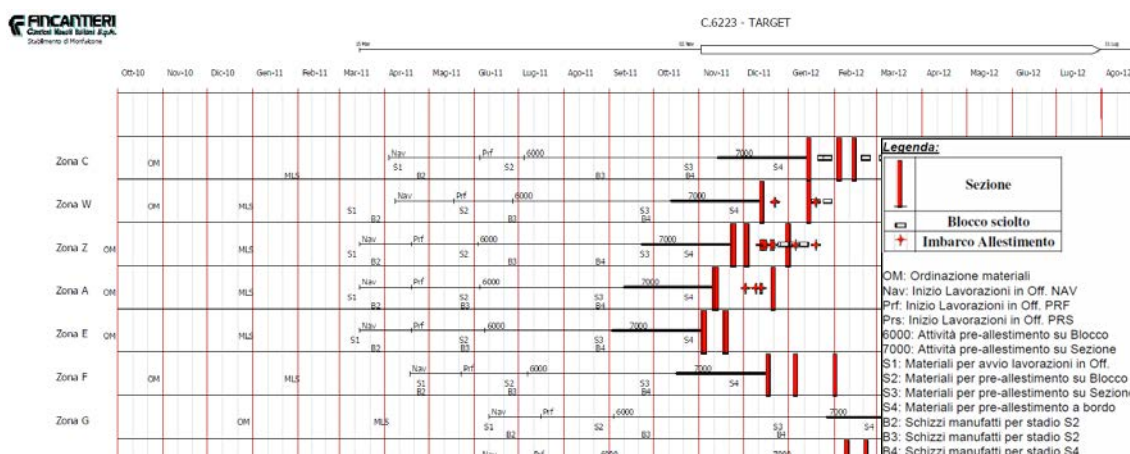
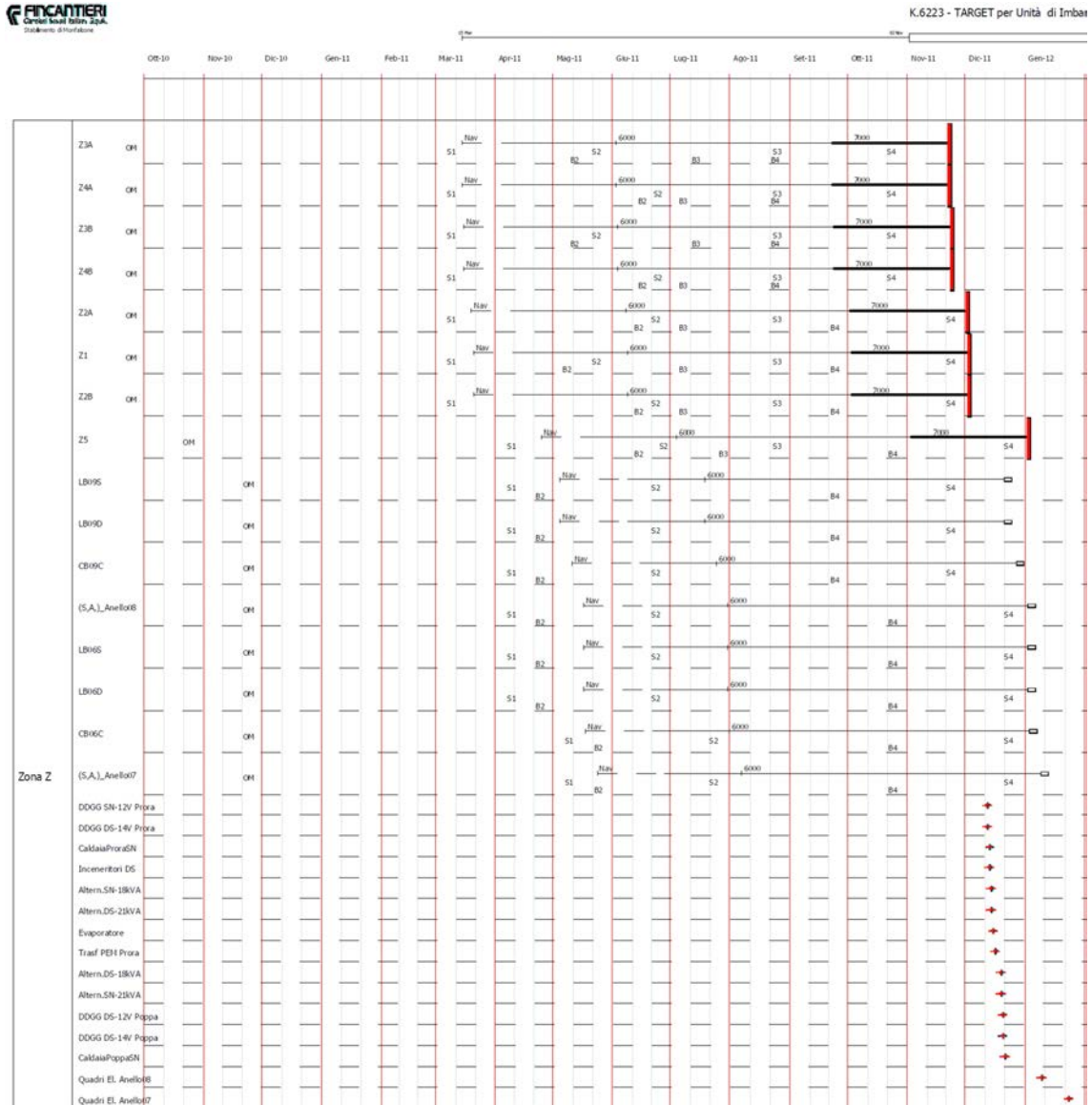


Fig. 2.11 - Esempio parziale del Target organizzato per Zone della Costruzione trattata in tesi.



**Fig. 2.12** - Dettaglio estratto dal Target per Unità di Imbarco della Costruzione esaminata in tesi. In particolare viene riportata la Zona Z presa come caso-tipo. Per il significato dei diversi simboli si rimanda alla legenda della Fig. 2.11.

**PROGRAMMA ALLACCIAMENTO CENTRI (PAC)**

I documenti prodotti fino a questo punto (Piano IIVC, Zonificazione della nave, Programma Imbarchi e Target) ancora non rappresentano compiutamente l’effettiva potenzialità produttiva dello Stabilimento individuato per la Costruzione. Infatti si dovrà ancora valutare come tutto questo insieme di appuntamenti assuma una “velocità costante” allo scopo di evitare intasamenti, colli di bottiglia, ecc. Per assicurare tutto ciò bisogna anche tener conto della corretta distribuzione delle risorse e dei servizi a disposizione dello STA (aree, gru, ecc.).

A tal fine viene dunque elaborato il Programma Allacciamento Centri (PAC) che è lo strumento di **programmazione** di tutte le attività di scafo e pre-allestimento le quali, sulla base delle

specificità delle lavorazioni e dei manufatti, vengono distribuite nelle aree di lavoro (ATO) organizzate in officine (ATI).

L'iter che porta allo sviluppo del PAC segue una logica analoga a quella vista in precedenza per il Target. Viene cioè elaborata una prima versione preliminare da DN-MET sulla base degli output ottenuti dalle attività precedenti (Target, Programma Imbarchi, ecc.) a verifica delle tempistiche pianificate nel Target preliminare. Tale documentazione (Target e PAC preliminari), dopo essere stata analizzata e verificata, viene approvata dal PM Team che consente l'avvio dell'elaborazione da parte di DN-MET, congiuntamente a STA-MET, del "Target" e del "PAC di 1° Livello".

In seguito, con l'avvicinarsi della fase produttiva (vd. Fig. 2.1) sono disponibili informazioni sempre più precise e dettagliate (documentazione esecutiva). STA-MET, quindi, valuta le risorse effettivamente disponibili, i fabbisogni di appalti e le occorrenze dei materiali e sviluppa un programma esecutivo che evidenzia, in modo più dettagliato e vincolante rispetto alle fasi precedenti, prodotti e quantità. L'output che ne risulta è la "Documentazione Programmatica" esecutiva di Stabilimento vera e propria, ovvero il "PAC di 2° Livello" (P.E. di 2° Livello).

Il PAC rappresenta l' "ottimizzazione" dei cicli di lavoro e delle aree/risorse produttive dello Stabilimento, nel senso che, affinché una programmazione della produzione sia efficace, deve essere aderente alla realtà produttiva, puntare alla massima saturazione delle risorse disponibili sia interne che esterne (verifica di fattibilità) e garantire allo stesso tempo sufficienti margini di flessibilità per gestire i rischi.

Particolare importanza viene data all'attribuzione di ciascun ciclo di lavoro specifico all'area produttiva preferenziale, in modo da sfruttare al massimo i benefici derivanti dalla specializzazione del tipo di lavoro. Tale attribuzione, come detto poco sopra, tiene conto della suddivisione delle risorse di Stabilimento in ATO, organizzate a loro volta in ATI, ovvero:

- **ATO – Area Tecnologica Omogenea:** identifica un'area tecnologicamente omogenea all'interno dello Stabilimento, ovvero comprendente impianti/processi assimilabili che effettuano attività coordinate volte alla realizzazione di un ben determinato tipo di prodotto (un "Pezzo");
- **ATI – Area Tecnologica Integrata:** le ATO confluiscono in aree tecnologiche integrate (ATI) che rappresentano quindi l'insieme di aree tecnologiche omogenee. La singola ATI costituisce un'Officina (NAV, PRF, ecc.).

Il PAC fornisce, per ogni singola attività di officina, tutti i dati necessari alla gestione e allo sviluppo della stessa nelle varie aree di lavoro (pesi dei manufatti, ore/tonnellata, durata delle lavorazioni, ecc.) e costituisce il punto di riferimento per le programmazioni di COP e per la preparazione e conclusione dei documenti di lavoro degli Uffici Tecnici.

Con riferimento alle varie officine, il PAC individua la sequenza di tutte le attività, in particolare:

- NAV: per ogni Lotto viene descritta la sequenza, la durata e le ore necessarie delle attività con indicazione del Blocco e dell'Unità di Imbarco di appartenenza e del relativo peso.
- PRF: per ciascuna area (Sottoassiami, Panel-Line, linea Blocchi Piani, area Blocchi Curvi, linea Blocchi Speciali, ecc.; si veda § 1.5 - Fig. 1.14) vengono evidenziate la sequenza, la durata e le ore necessarie per ogni singolo prodotto, compresa l'attività di pre-allestimento in S.R. 6000 se prevista.
- PRS: per le aree interessate viene indicata la sequenza delle lavorazioni per ogni Unità di Imbarco, divise in lavorazioni Scafo e Allestimento (S.R. 7000). Vengono evidenziate la sequenza, la durata e le ore necessarie per ogni singolo prodotto; si forniscono inoltre, se necessario, indicazioni circa la raddrizzatura e la pitturazione.
- MON: viene ripreso il "Programma Imbarchi", indicando per ogni Sezione il peso della stessa e la sequenza del montaggio in bacino o su scalo. Viene inoltre indicato il tonnello totale "a montante" nel mese (cioè le tonnellate del mese sommate a quelle totali già imbarcate).

Graficamente (output finale), il PAC è l'insieme di una moltitudine di Gantt che indicano sia il *posizionamento fisico* delle attività negli spazi a disposizione della specifica area (NAV, PRF e PRS), sia il loro *posizionamento temporale* (data di inizio) e la rispettiva durata (lunghezza del singolo Gantt definita dalla data di fine dell'attività).

Si tratta, in definitiva, di una visualizzazione complessiva di tutti i "Gantt occupazione aree" (NAV, PRF e PRS) ma, diversamente da questi, il PAC considera tutte le officine interlacciate, ossia le singole attività che in esso vengono riportate sono legate alla relativa attività successiva e a quella precedente, influenzandosi reciprocamente. Una variazione su una singola attività cioè, si ripercuote su tutte le altre, e può andare a modificare l'intera configurazione di partenza. Se per un'area si considera la possibilità di lavorare più elementi affiancati, il grafico corrispondente è diviso in due metà per rappresentare la presenza, ad esempio, di due Blocchi affiancati lungo la stessa porzione di area. La metà superiore rappresenta dunque la "prima fila" di attività (Blocchi o Sezioni) allineate lungo l'area, la metà inferiore rappresenta le attività (Blocchi o Sezioni) affiancate.

Per garantire la leggibilità del PAC completo è necessaria una stampa di grandi dimensioni tramite plotter. Non è quindi possibile riportarne di seguito una visualizzazione completa e la seguente Fig. 2.13, pur non leggibile nei dettagli, vuole dare un'idea della complessità del diagramma.

Il PAC è evidentemente l'elemento di massimo coordinamento che gerarchicamente presiede i programmi di dettaglio.

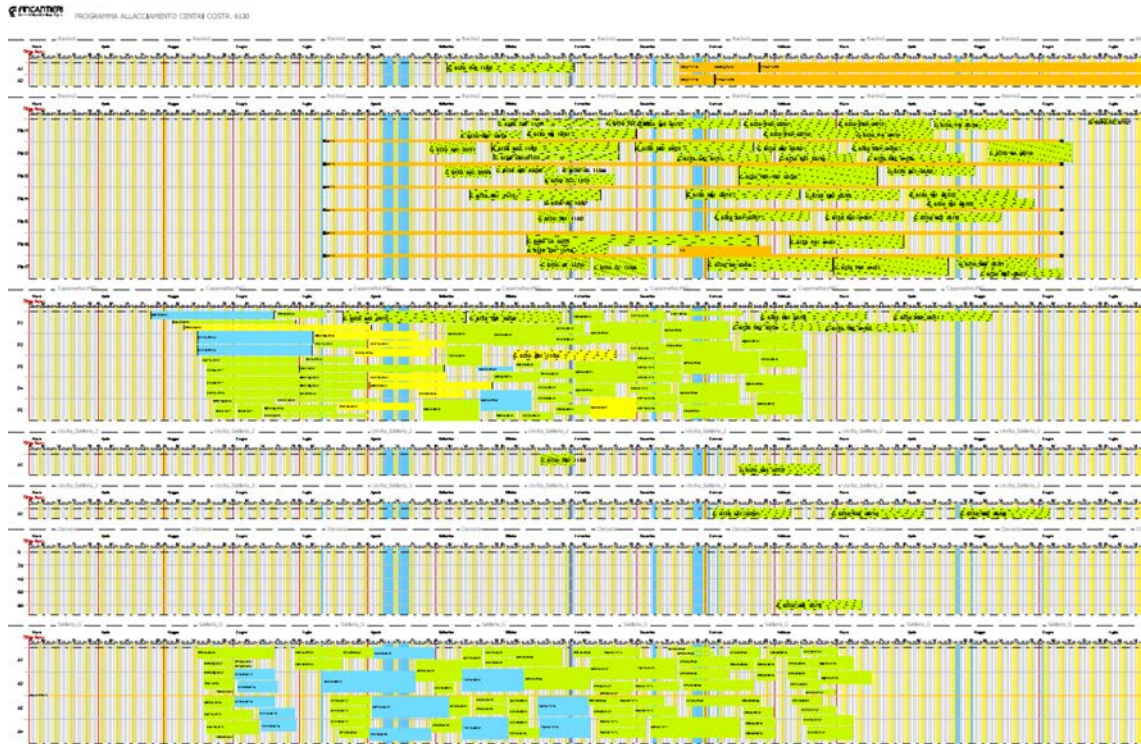


Fig. 2.13 - Esempio parziale di PAC.

## 2.4 Dettaglio delle attività/documentazione di P.E. di 2° Livello

A partire dalla documentazione prodotta dalle attività di P.E. di 1° livello e di quella emessa dalla progettazione funzionale, prendono il via le attività di Production Engineering di 2° livello, ovvero:

- P.E. di Scafo
- P.E. di Allestimento
- Altri documenti di P.E.
- Documentazione programmatica (PAC di 2° livello, di cui si è già detto poco sopra)
- Logistica di Stabilimento

### 2.4.1 P.E. di Scafo

La sequenza di attività (e della relativa documentazione prodotta) per lo sviluppo della P.E. di Scafo è la seguente:

- Piano di Fabbricazione
- P.E. di dettaglio
- Esploso Blocchi e Sezioni di Montaggio



- Esploso Nave
- Selle per il posizionamento dei Blocchi Curvi
- Procedure di Lavoro

Le singole voci vengono di seguito illustrate.

### **PIANO DI FABBRICAZIONE**

Sulla base e nel rispetto della suddivisione nave in Anelli, Unità di Imbarco e Zone effettuata in fase di P.E. di 1° livello da DN-MET (P.E. di base), del Peso preliminare scafo (per Unità di Imbarco) e tenendo conto dell'impiantistica dello Stabilimento (in particolare mezzi di sollevamento ed imbarco e aree di PRS), STA-MET esegue sul Piano dei Ferri la suddivisione definitiva della nave in Blocchi e Sottoblocchi. Per ognuno di essi viene indicato il Lotto di appartenenza producendo così uno schema della nave in cui è evidenziata la suddivisione in Blocchi Sottoblocchi e Lotti, ciascuno indicato con la propria codifica. Questo documento prende il nome di "Piano di Fabbricazione" ed è composto da una serie di tavole che riportano le seguenti viste:

- Fasciame esterno
- Piante
- Sezioni Trasversali e Longitudinali

in modo da definire l'esatta configurazione del Blocco/Sottoblocco stesso.

Le ultime tavole del fascicolo sono costituite da tabelle riassuntive e descrittive.

In questa fase viene anche verificata la fattibilità di sollevamento, movimentazione ed eventuale ribaltamento delle Unità di Imbarco in funzione dell'Area e dell'impiantistica ivi presente. Successivamente, con il supporto della Progettazione Funzionale di Scafo e dei documenti A17 – Sollevamenti e Baricentri, lo studio verrà affinato per fornire anche il posizionamento degli occhi di sollevamento (golfari).

### **P.E. DI DETTAGLIO**

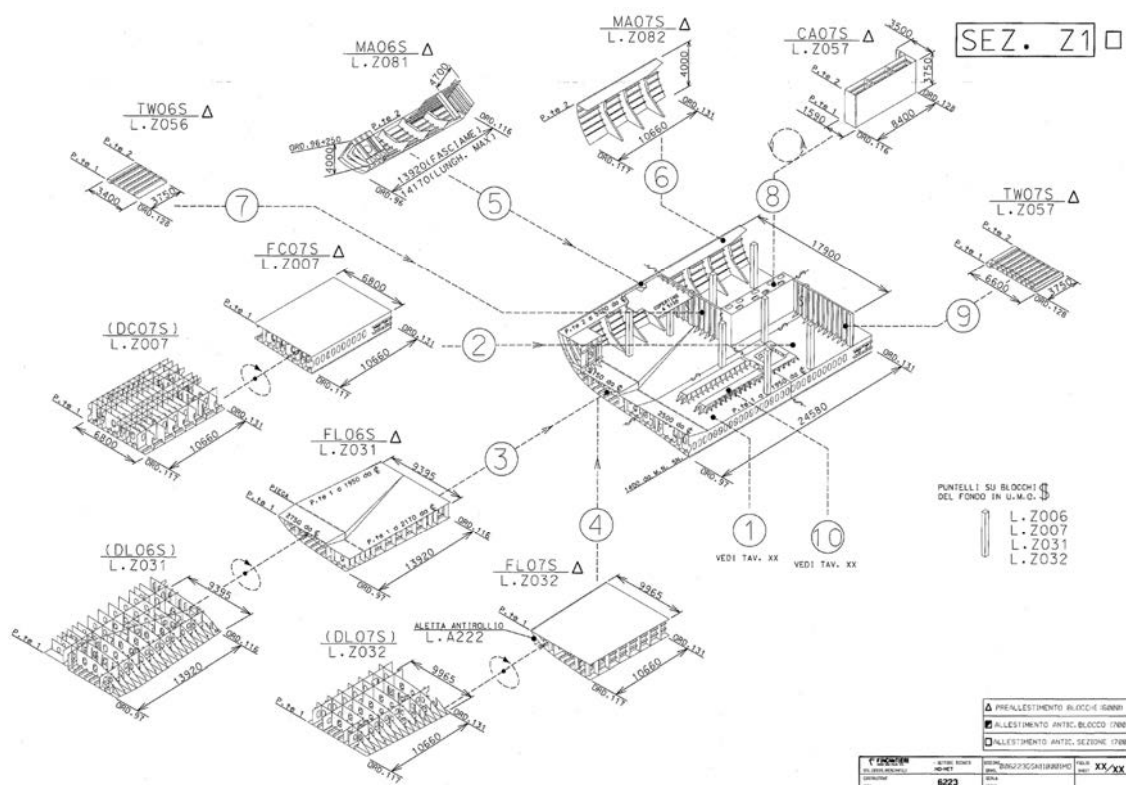
A partire dal Piano dei Ferri redatto dall'ente tecnico "Progettazione Funzionale Scafo", vengono definiti, mediante rappresentazione su un estratto del Piano dei Ferri stesso, tutti i Sottoassiemi e i Livelli di prefabbricazione della struttura scafo, indicando le destinazioni successive, i cianfrini relativi, gli allunghi (per compensare i ritiri di saldatura) e i sovrametalli (presenti per garantire il rispetto delle dimensioni a progetto con uno scarto di  $\pm 100$  [mm] e, nel caso, rimossi poi in fase di montaggio).

Tale attività, che ha come cliente principale l'Ente tecnico di Preparazione Lavoro Scafo (PLA-SCA), è anche propedeutica all'elaborazione dei "Cicli di Lavoro" e dell' "Esploso Nave".

## ESPLOSO BLOCCHI E SEZIONI DI MONTAGGIO

Si tratta di un fascicolo di disegni redatto da STA-MET in cui vengono riportati i cosiddetti “Cicli di Lavoro” a livello di PRS. Per ciascuna Sezione viene rappresentata (si veda Fig. 2.14), in 3D, la sequenza dei Blocchi che la compongono con i relativi ribaltamenti e per ciascuno di essi le singole fasi di prefabbricazione suddivise per Sottoblocchi, Panelli e gruppo di Sottoassiemi.

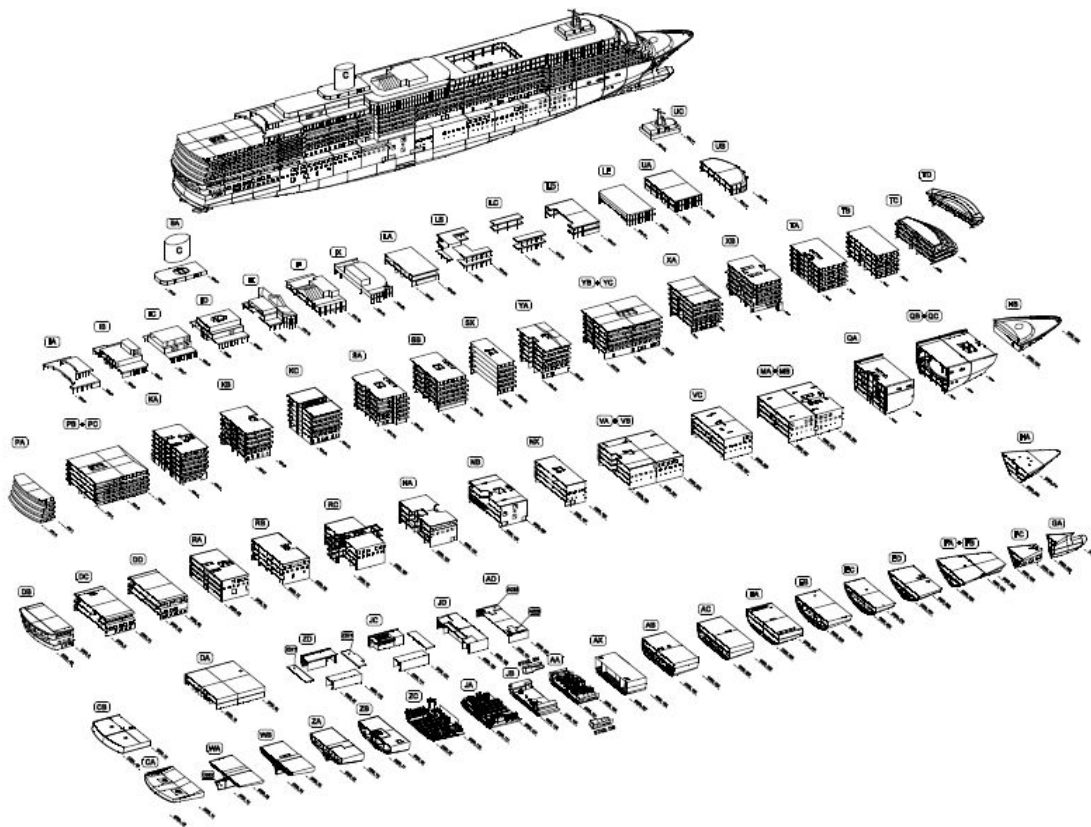
Inoltre, se presenti, sono indicate con specifici simboli le fasi di Allestimento (S.R. 6000 e 7000).



**Fig. 2.14** - Esempio di tavola (“Ciclo di Lavoro”) contenuta nel fascicolo “Esploso Blocchi e Sezioni di Montaggio”. Nello specifico, il disegno si riferisce alla Sezione Z1 della Zona Z presa come caso-tipo della Costruzione trattata in questa tesi.

## ESPLOSO NAVE

Con gli elementi di cui sopra e quelli relativi al Piano di Fabbrica viene prodotto, sempre da STA-MET, il disegno “Esploso Nave” (Fig. 2.15), atto a fornire una chiara e rapida visualizzazione dell’insieme della nave con la sequenza di tutte le Unità di Imbarco e dei Main Items.



**Fig. 2.15** - Esempio di “Esploso Nave” di una generica nave da crociera. Allo stato attuale, quello della Costruzione trattata in questa tesi è ancora in fase di sviluppo, non essendo ancora completati tutti i Cicli di Lavoro di tutte le Unità di Imbarco.

“Cicli di Lavoro” ed “Esploso Nave” forniscono la base per lo sviluppo di ulteriori documenti di P.E., quali il “Piano di Montaggio Visualizzato”, il “Piano dei Controlli Non Distruttivi (CND)”, gli statini per i controlli dimensionali, le aperture provvisorie, il piano dei ponteggi, ecc.

### **SELLE PER IL POSIZIONAMENTO DEI BLOCCHI CURVI**

I Blocchi Curvi, al fine di consentire il completamento delle lavorazioni previste e l'eventuale stoccaggio in sicurezza senza il rischio di scivolamenti prima dell'imbarco in Sezione (o direttamente a bordo), necessitano di appositi supporti che vengono costruiti “a doc”: le Selle. E' compito di PLA-SCA redigere, in funzione dell'impiantistica di Stabilimento e delle consuetudini operative dello stesso, i disegni costruttivi e i relativi schemi di taglio per la costruzione di tali manufatti: gli A16<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Gli A17, citati in precedenza a proposito della disposizione degli attacchi per il sollevamento, e ora gli A16, sono solo due dei documenti costruttivi, organizzati per Lotto, redatti da PLA-SCA. A titolo di esempio, si citano di seguito alcuni di questi: Nesting lamiera (A1), consuntivo metri di taglio (A2), taglio profili (A8), sviluppo e curvatura fasciame esterno (A11), documento prelievo lamiera per alimentazione di NAV (B1), documento prelievo profili per alimentazione di NAV (B2), lista pezzi Sottoassiemi e Blocchi (B4), ecc. Nota Bene: i documenti B2 e B4 appena citati NON sono da confondere con i diegni costruttivi

## **PROCEDURE DI LAVORO**

### **Cianfrini e Procedimenti di Saldatura (WPS):**

Per ogni commessa vengono selezionati i procedimenti di saldatura da adottare. Questi sono rappresentati in tabelle (WPS – Welding Procedure Specification) che indicano le caratteristiche delle saldature (tipi di cianfrini con le dimensioni e gap da rispettare, ecc.) e vengono raccolti in un fascicolo denominato “Welding Book”.

Viene quindi redatto il documento “Piano della Saldatura”, che riporta le informazioni utili per l'esecuzione della saldatura stessa (WPS da adottare per i singoli giunti) in base a:

- impiantistica esistente;
- norme dei Registri di Classifica;
- eventuale sviluppo di nuove tecnologie di saldatura previste nello Stabilimento.

### **Allunghi, Sovrametalli e Deformazioni:**

In relazione al processo di costruzione e montaggio, vengono definiti in ogni Stabilimento:

- gli *allunghi* delle strutture di base dei Pannelli per tener conto dei ritiri durante la saldatura e raddrizzatura, sia a terra che a bordo;
- i *sovrametalli* assegnati in generale alle strutture di base, lamiere e profili, per compensare possibili ritiri di saldatura e raddrizzatura non previsti e imperfezioni scaturite durante il processo produttivo. Tutto ciò al fine di garantire le dimensioni di progetto con uno scarto massimo di 100 mm;
- le eventuali *deformazioni* risultanti, che sono oggetto di particolare studio per l'individuazione di opportune metodologie di raddrizzatura.

Il tutto viene quindi raccolto nel “Fascicolo allunghi e sovrametalli”.

### **Controlli Dimensionali e Controlli Non Distruttivi (CND):**

Controlli Dimensionali: hanno una notevole importanza ai fini della qualità del prodotto. Per ogni Costruzione vengono definiti dei *Vital Point*, ovvero Blocchi, Sezioni, ecc. da tenere sotto controllo al fine di raggiungere le caratteristiche progettuali e contrattuali richieste. Vengono quindi elaborati statini con rappresentazioni 3D di scafo (ricavate dagli Esplosi) su cui si riportano le dimensioni da verificare, assicurando in particolare il controllo delle dimensioni critiche definite dai suddetti Vital Point. Se ritenuto necessario, vengono individuate delle “Linee di riferimento” di cui il PLA terrà conto nella documentazione costruttiva.

Controlli Non Distruttivi (CND): vengono effettuati controlli non distruttivi sia sullo Scafo che sulle tubazioni.

Per lo Scafo (limitatamente a Radiografie e Ultrasuoni) viene elaborato un piano CND utilizzando una copia del “Piano di Fabbrica” nel quale vengono riportati i controlli da effettuare

nel rispetto dei Registri di Classifica e dei termini contrattuali.

Per le tubazioni, i controlli sono effettuati presso l'officina costruttrice e consistono in radiografie e/o pressature idrauliche di giunzioni tubo-tubo, tubo-curva ed unioni tubo-flangia.

Gli altri CND vengono riportati nell' "Elenco Controlli Non Distruttivi".

Per costruzioni particolari (es. offshore) può essere prodotto un fascicolo a parte che riporta i controlli da eseguire Zona per Zona.

Alla fine, gli output di questa fase di P.E. vengono trasmessi all'Ente Qualità di STA, affinché vengano inseriti nel "Piano Controllo Qualità di Commessa".

## 2.4.2 P.E. di Allestimento

Per parlare di P.E. di Allestimento è doveroso spiegare innanzitutto cosa si intende in ambito Fincantieri per "Pallet" e come tutti i materiali di allestimento vengano organizzati in specifiche "Liste".

In produzione l'allestimento consiste principalmente nel montaggio e nelle attività di prove/collaudi di una grande quantità di pezzi finiti. Poiché le quantità in gioco sono estremamente elevate, la gestione dei singoli pezzi (un tubo piuttosto che un cavo o una condotta) sarebbe insostenibile. Per questa ragione, si è deciso di individuare delle ATTIVITA' UNITARIE differenti dai singoli pezzi.

Anche per l'allestimento, similmente a quanto realizzato per lo scafo con la suddivisione in Blocchi, è possibile definire una scomposizione in "componenti elementari" di materiali tali che ciascun "componente" possa essere associato a una QUANTITA' UNITARIA DI PEZZI (ad esempio 100 tubi, anche di diametro diverso, costituiranno una quantità unitaria). Ad ogni quantità unitaria di pezzi corrisponde una ATTIVITA' UNITARIA DI MONTAGGIO. Ogni singola quantità unitaria così definita prende il nome di **PALLET**.

Le attività non interessate dal montaggio di pezzi (ad esempio il cablaggio cavi, la pressatura degli impianti o delle casse strutturali, le prove e i collaudi) vengono identificate anch'esse come Pallet. Si tratta di Pallet senza materiali, contenenti SOLO ATTIVITA' DI LAVORAZIONE.

Operativamente il Pallet, che è definito da un unico tipo di materiale, costituisce un'attività mono-mestiere<sup>15</sup>, sviluppata in fase di montaggio in un'area circoscritta all'interno di una Unità di Imbarco. Il contenuto di manodopera è spesso funzione della dimensione nave: navi di piccole dimensioni (10-12000 tsl, Lpp=90-130 m) avranno U.d.I. a loro volta piccole e quindi il Pallet avrà un contenuto di manodopera di circa 100-200 ore (lavoro di una squadra di 2

---

<sup>15</sup> Con il termine mono-mestiere si intende un'attività che viene svolta, in generale, da un "Allestitore" (identificato nel codice Pallet, come si vedrà in seguito, dalla lettera A), figura professionale in grado di eseguire diversi tipi di attività (lavorazioni meccaniche, elettriche e di montaggio in genere). Esistono tuttavia alcune attività eseguite da figure ben specifiche; in particolare: E - "Elettricista" per eseguire esclusivamente i cablaggi elettrici, M - "Meccanico" per la sistemazione dei macchinari principali.

persone in circa due settimane); navi di grandi dimensioni (110-130000 tsl, Lpp=230-270 m) con U.d.I. molto più grandi avranno più Pallet per un contenuto di manodopera di circa 5200 ore (lavoro per una squadra di 8 persone per 4 mesi).

Per quanto riguarda i materiali e le forniture, questi sono organizzati secondo diversi tipi di liste che vengono compilate una volta dettagliati gli impianti (numero di componenti, loro posizione, caratteristiche, ecc.) e che costituiscono il collegamento tra la progettazione funzionale e gli acquisti.

In particolare si hanno le seguenti liste:

- **MLS – Main List System:** è la lista di tutti gli accessori che compaiono negli schemi funzionali degli impianti (valvole, filtri, giunzioni, ecc.) e si distingue in MLSx per gli schemi funzionali di concetto editi da FUNZ Centrale (dove “x” è un numero che identifica l’ufficio funzionale competente) e in MLS7 per quelli di sviluppo, editi da PLA di Stabilimento (7 = PLA), che contengono i materiali grezzi (in gran parte la lista MLS7 comprende i materiali grezzi per tubi sia d’acciaio e leghe particolari sia di plastica);
- **MLM – Main List Machinery:** è la lista in cui compaiono tutti i macchinari della nave (compressori, pompe, ecc.);
- **MLC – Main List Carpentry:** è la lista di tutte le carpenterie; compaiono passaggi tubi, basamenti dei macchinari, passerelle, grigliati, ecc.
- **MLP – Main List Piping:** è la lista in cui compaiono quei tubi realizzati con materiali standard caricati a SAP e che sono realizzati in officina;
- **MLO – Main List tubi speciali:** compaiono quei tubi che devono essere realizzati con materiali speciali (ovvero non standard Fincantieri e per questo ordinati con Specifica Tecnica dedicata);

A parte, infine, si ha la lista:

- **MLF – Material List for Fitting:** è la lista di “prelievo materiale da magazzino” e rappresenta, in definitiva, il contenuto fisico di ciascun Pallet. Viene redatta estraendo i componenti direttamente dal sistema CAD utilizzato per disegnare il Piano di Montaggio e integrata anche con le liste precedenti. La lista MLF è abbinata al Piano di Montaggio del Pallet o ad una Attività.

La Production Engineering di Allestimento (P.E.d.A.) viene gestita in funzione dei dati a disposizione e delle informazioni necessarie alle officine.

La P.E.d.A. associa la P.E. di Scafo alla palletizzazione. Indica i disegni di allestimento e i materiali necessari per il pre-allestimento dei Blocchi e delle Sezioni a terra specificando infine il peso di ogni Pallet.

Il peso totale di tutti gli elementi fisici che compongono un Pallet corrisponde al **peso del Pallet completo** e può essere stimato (per una nave prototipo) o noto (per una nave ripetuta). Per esigenze di sollevamento dei Blocchi/Sezioni, il peso complessivo dei materiali (dei Pallet) da montare su Blocco/Sezione non deve superare il cosiddetto **peso disponibile**, in modo da

rispettare i limiti imposti dalle attrezzature (di sollevamento) presenti nello Stabilimento. In caso contrario, alcuni Pallet (o tutti se necessario) devono essere alleggeriti non montando parte del loro contenuto, andando così ad individuare per ciascuno di essi il cosiddetto **peso montabile**

**del singolo Pallet**  $P_{mon\_pallet}$ .

Nel rispetto del peso disponibile per ogni Blocco/Sezione si cerca, per quanto possibile, di far coincidere il peso dei Pallet completi con il loro peso montabile.

Per ogni Blocco/Sezione il peso disponibile (o “peso di allestimento possibile”) si può esprimere come:

$$P_{d\_a} = P_{max} - (P_{blocco/sezione} + P_{a\_s} + k)$$

dove:

- $P_{d\_a}$ : peso disponibile per l'allestimento;
- $P_{max}$ : peso massimo sollevabile dai mezzi dello Stabilimento (individuati, in base all'area di lavoro destinata, nel “piano occupazione aree”);
- $P_{blocco/sezione}$ : peso scafo del Blocco/Sezione da imbarcare;
- $P_{a\_s}$ : peso dell'armo di sollevamento (cavi, bilancini, ecc.);
- $k$ : peso altri materiali, riferito al peso di ponteggi, travature provvisorie di rinforzo (per evitare deformazioni della Sezione durante la fase di sollevamento) e di eventuali ulteriori accessori di impianti provvisori (ceste di saldatrici, ventilatori provvisori, ecc.); viene calcolato sulla base di dati storici in possesso di STAMET.

Calcolato il peso  $P_{d\_a}$ , si passa quindi a determinare il peso totale montabile sul Blocco/Sezione  $P_{mon}$ , andando a sommare il peso dei vari elementi e cercando di dare importanza prioritaria alle attività per le quali la differenza di costo tra l'essere eseguite a terra o a bordo è maggiore. Si inizia quindi dalle carpenterie principali (passi d'uomo, scale, basamenti, scarichi fuori bordo, prese mare, ecc.), per poi aggiungere tutti i tubi e/o passaggi ponte/paratia previsti come montaggio in S.R. 6000, i macchinari, le porte stagne, quelle tagliafuoco, le ceste per i kit cabine<sup>16</sup> (imbonaggi<sup>17</sup>, pareti e soffitti) e i relativi box igiene (toilette completa).

I Main Items (gruppi Diesel-Generatori, Motori Principali di propulsione, Evaporatori, linee d'assi, gruppi di riduzione, compressori di condizionamento, motori elettrici delle eliche di manovra) presenti nel Blocco/Sezione sono sempre imbarcati in bacino/scalo per questioni di

<sup>16</sup> Ceste kit cabine: si tratta di contenitori in cui sono imballati i kit di materiali per assemblare/completare le cabine a bordo. In particolare, tutte le pareti per cabine dell'area ponte dell'Unità di Imbarco considerata; oppure tutti i soffitti, oppure gli imbonaggi.

<sup>17</sup> Imbonaggi: possono essere elementi tubolari o profilati utilizzati per creare le intelaiature su cui vengono fissati i pannelli che andranno a costituire le pareti e i soffitti delle cabine.

dimensioni e peso. Essi sono pertanto esclusi a priori dal calcolo del peso montabile.

Fanno eccezione le pinne stabilizzatrici che vengono fornite già installate nella relativa cassa di alloggiamento. Seppure si tratti di assiemi particolarmente pesanti, vengono considerati, in fase di P.E. di Scafo, alla stregua di un Blocco di scafo e vengono quindi montati a terra nella corrispondente Sezione.

Anche le casse trattamento acque nere (casse *sewage*), pur essendo elementi di allestimento, seguono un loro iter specifico. Molto spesso infatti, a causa delle loro notevoli dimensioni, non è possibile installarle già in PRS dal momento che andrebbero ad occupare i punti in cui devono essere saldati gli occhi di sollevamento.

A questo punto, si deve ragionare sulla possibilità di montare a terra tutti i tubi di S.R. 7000 e, per quanto riguarda i Blocchi/Sezioni di macchina, anche i pagliolati. Di questi, bisogna cercare di installare quantomeno i percorsi principali tra le porte stagne e verso gli accessi ai ponti superiori. Per i pagliolati il calcolo è fatto in base al tipo, utilizzando un parametro di peso al metro quadro.

Questa "P.E.d.A. di base" serve al COP e alle officine per visualizzare il lavoro possibile nella S.R. 6000 e S.R. 7000 a terra (comprendendo anche le fasi di pitturazione) ma deve essere aggiornata non appena è disponibile da PLA-SCA la documentazione costruttiva esecutiva, nello specifico il documento A17 – Sollevamenti e Baricentri. Questo documento riporta per ogni Blocco/Sezione le indicazioni per il ribaltamento e la movimentazione; in particolare il posizionamento dei golfari per i ganci dei mezzi di sollevamento disponibili in funzione dell'area di lavoro in cui, prima il Blocco (area PRF) e poi la Sezione (area PRS), vengono costruiti.

Con questo documento la P.E.d.A. viene aggiornata indicando quali zone devono essere lasciate libere da carpenterie, tubi, macchinari, ecc. per non intralciare con i sollevamenti.

Alla fine, per garantire il sollevamento, dovrà risultare:

$$P_{mon} \leq P_{d\_a}$$

Nella "P.E.d.A. di base" si riportano:

- tutte le indicazioni generiche per un corretto montaggio e predisposizione degli oggetti per lavorazioni successive;
- studi di imbarco/movimentazione di oggetti/macchinari in posizioni particolari;
- riferimenti a standard di stabilimento e/o aziendali.

Come fatto in precedenza per la P.E. di Scafo, si riportano di seguito le attività che caratterizzano la Production Engineering di Allestimento.

### **PALLET MEETING**

Per "Pallet Meeting" si intendono gli incontri, sviluppati in più momenti e a cadenze ben definite,



del gruppo di lavoro costituito in Stabilimento per lo sviluppo e la gestione di tutte le attività di P.E. di Allestimento e composto da rappresentanti di MET Centrale e di Stabilimento, PLA, COP e dei Centri produttivi. Le attività specifiche sviluppate in sede di “Pallet Meeting” possono essere individuate come di seguito:

- Definizione dei Piani di Montaggio ed elenco Pallet (*Pallet List*)
- Definizione del contenuto dei Pallet
- Programma previsione produzione tubi
- Programma allestimento per Unità di Imbarco

Le singole voci vengono di seguito illustrate.

**Definizione dei Piani di Montaggio ed elenco Pallet (*Pallet List*):**

La prima attività da svolgere in sede di Pallet Meeting consiste nello studiare il Piano Generale e suddividere le aree omogenee dei locali tecnici (APP) comprese tra due paratie stagne di compartimentazione in più volumi omogenei che possono avere altezza massima pari a quella del locale considerato (uno o più ponti). Per le aree diverse da APP (Hotel) si procede invece per Fire Zone e ponte, individuando eventuali aree tecniche (ovvero le “AC-Station” – Air Conditioning Station, che vengono trattate come i locali di macchina di APP).

Tutto questo lavoro è di pertinenza del PLA, coadiuvato da STA-MET.

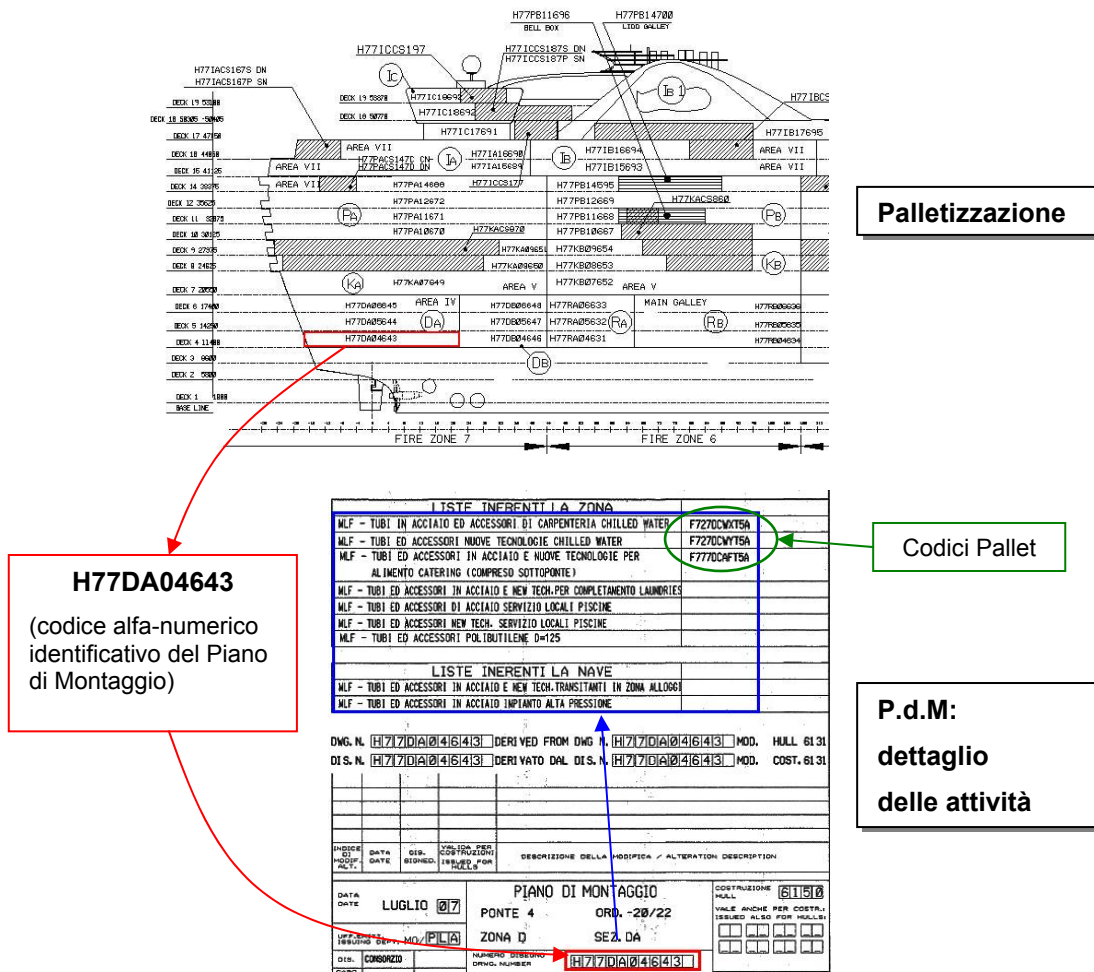
L’individuazione di questi volumi porta automaticamente ad identificare la suddivisione per “Piani di Montaggio (P.d.M.)” nel senso che per tutta l’impiantistica presente in ogni volume verrà sviluppato un P.d.M.. In questo momento, il PLA definisce il codice di ogni P.d.M.: così facendo rimane definito l’elenco completo di tutti i P.d.M. che successivamente saranno elaborati.

Per ogni P.d.M. così definito il PLA, in collaborazione con STA-MET, compila la palletizzazione, andando ad identificare tutte le attività possibili (quindi le officine che saranno impegnate), accordandosi sulla codifica da utilizzare per individuare i Pallet e, di conseguenza, le successive attività (meccaniche, elettriche, lavorazioni in genere). In tal modo viene redatta la **Pallet List**, ovvero l’elenco di tutti i Pallet possibili per ogni Piano di Montaggio. I Pallet, poi, saranno riempiti con i relativi materiali in una fase che inizia a partire dal rilascio dei disegni B2/B3 (per quanto riguarda i tubi in acciaio) e che si completerà in un momento successivo al coordinamento completo degli impianti (si veda in Fig. 2.18 la milestone “Riempimento Liste MLF” che indica il completamento del riempimento dei Pallet).

Quanto appena descritto viene sviluppato sulla base dei Piani Generali, della Sistemazione di Apparato Motore, della suddivisione nave in Zone/Sezioni/Blocchi secondo la P.E. di Scafo e dei Cicli di Lavoro per individuare le sottoreti più opportune (vd. § 2.4.1 – Cicli di Lavoro ed Esplosivo Nave).

Nella seguente Fig. 2.16 si riporta una schematizzazione inerente all’attività di individuazione dei P.d.M. e della relativa assegnazione dei Pallet. Nello specifico, all’interno della U.d.I. “DA”, è evidenziato un volume omogeneo al quale viene associato un Piano di Montaggio identificato

da un codice. Al P.d.M. saranno quindi associati, in funzione dell'impiantistica presente, più Pallet ciascuno con la sua codifica.



**Fig. 2.16** - Esempio di palletizzazione e relativo Piano di Montaggio. Per il significato del codice del P.d.M. si rimanda al Capitolo 4.

Gli elementi fondamentali che portano alla ripartizione dei materiali di allestimento in Pallet sono stabiliti in base ai seguenti criteri:

- un Pallet che contenga materiali (e non solo attività) deve essere di esclusiva competenza di uno solo degli uffici PLA (Allestimento – ALL, che a sua volta si può suddividere in Apparato Motore – APM e Fuori Apparato Motore – FAP; Allestimento Elettrico – ELE, ecc.);
- un Pallet contiene solamente i materiali da montare in una determinata sottorete e riferiti ad un determinato stadio di montaggio (Stadi S1, S2, ecc.);
- un Pallet contiene solo materiali che saranno montati da operai dello stesso mestiere.

Una nota a parte va fatta per i cavi elettrici. Questi infatti, diversamente dagli altri componenti di

allestimento, non sono pallettizzati bensì raggruppati per direttive. In realtà, da un punto di vista logico, si tratta di una modalità di raggruppamento simile a quella dei Pallet, ma si differenzia in quanto non è organizzata per Piani di Montaggio. Questo perché i cavi elettrici a bordo devono essere (per normativa SOLAS) stesi in pezzo unico da macchinario a macchinario, senza giunzioni intermedie, facendo così venir meno la possibilità di suddividere il materiale su più P.d.M.

Si riporta di seguito (Fig. 2.17) la struttura del codice alfa-numerico utilizzato in Fincantieri per la codifica dei Pallet, rimandando al Capitolo 4 per una spiegazione più dettagliata.

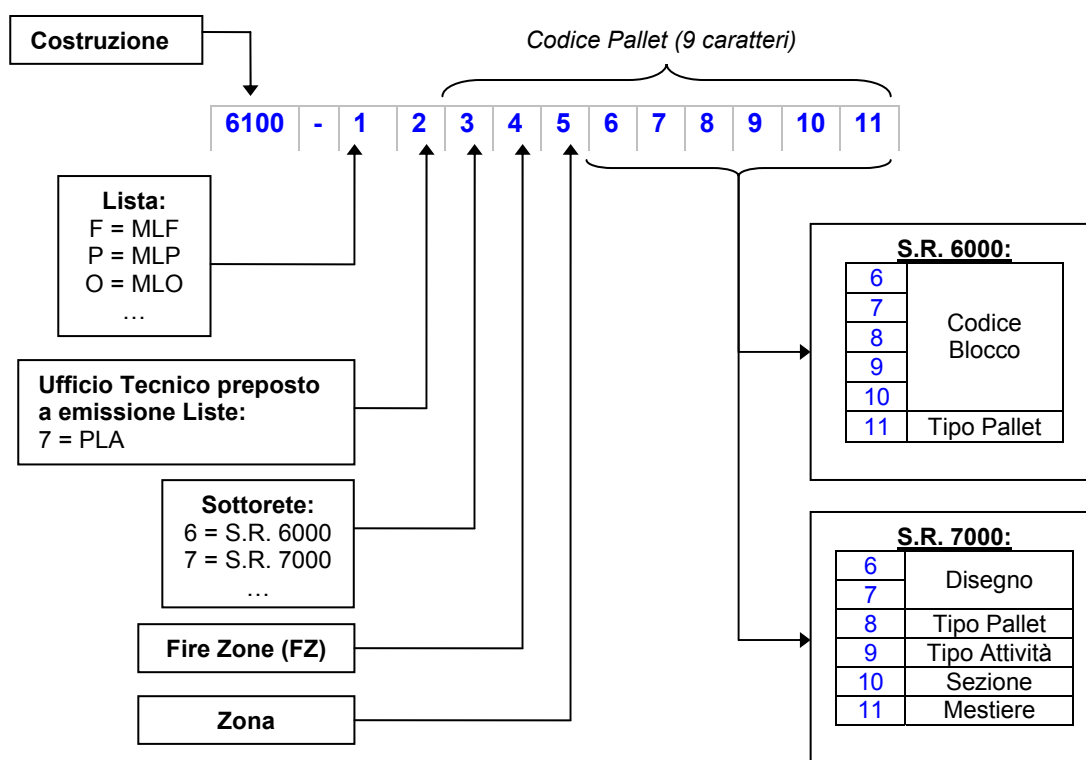
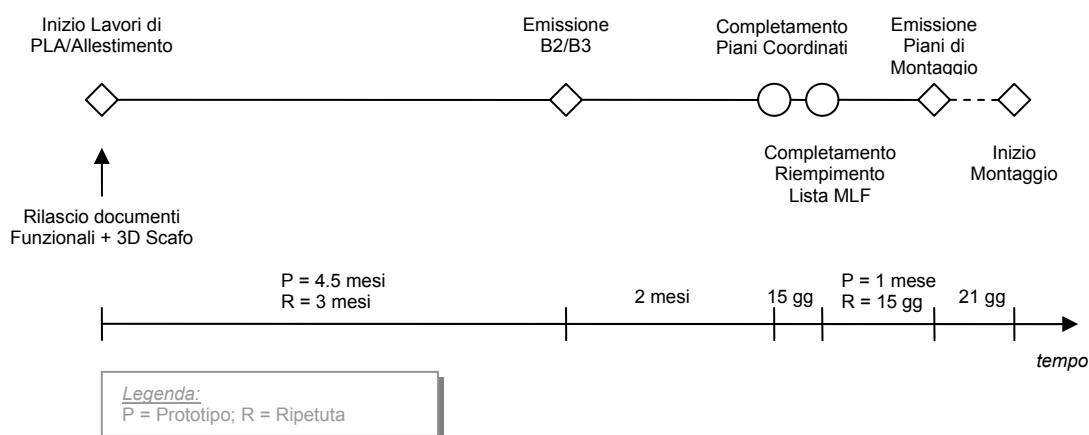


Fig. 2.17 - Struttura del codice alfa-numerico di identificazione dei Pallet (si veda anche Cap.4).

#### Definizione del contenuto dei Pallet:

Com'è già stato anticipato, dopo che sono stati definiti, i Pallet saranno "riempiti" dal PLA con i relativi materiali. Tale attività ha inizio, per quanto riguarda i tubi in acciaio, dal momento dell'emissione dei disegni B2/B3 e termina una volta completate le attività relative all'emissione dei Piani Coordinati, sintetizzate nella seguente Fig. 2.18. Alla fine rimane definita la lista completa MLF (lista di prelievo materiali a magazzino). La conclusione dell'attività è indicata in Fig. 2.18 come "Completamento riempimento Lista MLF". La lista completa MLF viene rilasciata al COP il quale verifica l'effettiva disponibilità dei materiali a magazzino e, in caso contrario, valuta se far partire comunque le attività ("Inizio Montaggio" in Fig. 2.18) oppure aspettare l'arrivo dei materiali (nel caso in cui siano indispensabili allo svolgimento dell'attività stessa).



**Fig. 2.18** - Schematizzazione del flusso di attività relative all'emissione dei Piani di Montaggio; caso Nave Prototipo.

Inizialmente, per individuare i pesi preliminari dei singoli Pallet (il Peso del Pallet completo di cui si è parlato precedentemente), si può fare una stima ricavando dati storici da navi precedenti e/o locali/aree simili.

Ad ogni modo, quando si hanno a disposizione i **Piani Coordinati** sviluppati con un elevato grado di dettaglio (completi per almeno il 70%), si possono individuare le WBS di 2° livello – “Impianti” (si veda § 1.6) appartenenti ad un determinato Piano di Montaggio, andando così a stimare in modo più approfondito quantità e peso di tutti i componenti di allestimento ivi presenti.

I Piani Coordinati sono disegni 3D che riportano la visualizzazione del coordinamento impiantistico di tutta la nave; sono organizzati secondo i volumi definiti precedentemente nella fase di individuazione dei Piani di Montaggio, ma senza riportare la suddivisione in tronchi (tratti) delle linee tubi e delle condotte (che al momento della definizione di questi Piani non è ancora stata definita) e di conseguenza le rispettive marche pezzo, che saranno definite solo dopo aver definito le Liste (Fig. 2.18).

All'interno dei Piani Coordinati, inoltre, vengono “inseriti” tutti quegli elementi di allestimento la cui disposizione è definita secondo piani specifici, in particolare: Strade Cavi (per quanto riguarda i supporti per la stesura dei cavi elettrici); Scale, Passi d'Uomo, ecc. reperibili dai piani relativi alle diverse carpenterie (Piani Scale, Piani Passi d'Uomo, ecc.); Macchinari, disponibili dai Piani di Sistemazione Macchinari. I Basamenti di questi ultimi sono realizzati a parte (nell'ambito dello sviluppo del Piano Coordinato) ad eccezione di quelli dei Macchinari Principali (Motori Diesel e Alternatori) che sono inclusi nel Piano Sistemazione Macchinari appena citato. E' così possibile, a questo punto, determinare il peso complessivo di allestimento presente su ogni singolo Blocco/Sezione con il fine ultimo di verificarne, secondo quanto detto all'inizio, la compatibilità con le potenzialità di sollevamento presenti in Stabilimento nella specifica area.

Definiti così la Lista dei Pallet (Pallet List) e i contenuti dei singoli Pallet, si può sviluppare la

programmazione delle attività di allestimento, gerarchicamente collegata ai programmi di ordine superiore. Sulla base della palletizzazione, dell'ultimo aggiornamento disponibile del Target e del PAC, STA-MET (in accordo con il PLA) sviluppa la programmazione delle attività distinta in due momenti:

- Macro-programmazione; in cui si indicano le prime date per il rilascio dei documenti per Sezione nave e che permette al PLA e alle ditte che operano con appalti in deroga per lo sviluppo dell'ingegneria, di pianificare le attività da svolgere.
- Programmazione di dettaglio; che riguarda invece le date di rilascio dei disegni costruttivi B2 e B3, delle liste MLC-MLO-MLF e dei Piani di Montaggio.

Infine, a ridosso del "lancio attività" come da programma di dettaglio, inizia una serie di incontri tra COP (PL2 e PL3), PLA (APM e FAP) e le officine di allestimento (in genere APP, PRA e/o FAM; si veda § 1.5) dapprima con frequenza bisettimanale e, dopo l'impostazione in PRS, settimanale.

Nei primi incontri, che cominciano almeno un mese prima del primo lancio dei B2, PLA e COP si confrontano sullo svolgimento delle attività e sul programma; successivamente, almeno un mese prima dell'avvio delle attività di allestimento, il confronto, fatto congiuntamente anche con le officine, verte sull'approntamento dei macchinari e dei manufatti (basamenti e accessori di linea, valvole, filtri, ecc.).

#### **Programma previsione produzione tubi:**

Il programma di previsione produzione tubi è un documento che può essere redatto da STA-MET o da STA-COP che, basandosi sulla programmazione di dettaglio citata sopra, elabora una curva di produzione tubi nel tempo. Questa curva serve al COP per verificare, in base alle risorse disponibili di eventuali officine tubi interne, a convenzioni con officine esterne e ad appalti in deroga per costruzione e montaggio, che non ci siano picchi di lavoro a cui non si riesce a sopperire con le risorse note al momento.

In caso di picchi non coperti si deve verificare se sia possibile ridurre il picco coprendo alcuni Lotti di lavoro con ulteriori risorse o con una diluizione del lavoro stesso.

#### **Programma allestimento per Unità di Imbarco:**

Il programma di allestimento per Unità di Imbarco, relativo quindi soltanto alle aree di PRS, è redatto da STA-MET in base ai dati storici per tempi di lavorazione, tempi di percorrenza dei Lotti di lavoro scafo ed allestimento nelle aree designate e serve, nel caso di una nave prototipo, per fare una verifica degli impegni delle varie officine dando visibilità dell'interconnessione tra attività di scafo e relativi appuntamenti/attività di allestimento.

#### **PIANO e PROGRAMMA CABINE PREFABBRICATE**

Il piano e il programma delle cabine prefabbricate vengono redatti da STA-MET sulla base del

Piano Generale, del Programma Imbarchi, dell'Esplosione Nave e dei disegni costruttivi di scafo.

Il **Piano Imbarco Cabine prefabbricate** è la rappresentazione degli accessi, dei percorsi e del posizionamento delle cabine prefabbricate all'interno della nave.

Il piano contiene: l'elenco delle cabine prefabbricate e dei kit per ponte, lo schema delle altezze di transito, il prospetto delle aperture provvisorie sia a fasciame sia sulle paratie interne, l'elaborazione sul Piano Generale della sistemazione delle singole cabine, dei relativi transiti e della sequenza di imbarco a bordo della nave in bacino.

Il **Programma Cabine prefabbricate** invece, prendendo come riferimento temporale il Programma Imbarchi, delinea il numero di cabine da imbarcare, quelle da produrre, la sequenza di imbarco e le relative date. Tale programma deve essere integrato con quello di allestimento della Fire Zone/Ponte.

Avendo a questo punto della trattazione parlato sia di Scafo che di Allestimento, si può parlare in questo contesto della realizzazione del **Mock-up**.

Su richiesta della Società Armatrice (e generalmente previsto a contratto) viene realizzato in cantiere un *Mock-up*, ovvero un modello in scala 1:1 di una struttura scafo composta da due ponti, con le tipologie di cabine più rappresentative (sia equipaggio che passeggeri), il vano tecnico e il tratto di corridoio di collegamento, completa di tutta l'impiantistica prevista che, a meno della parte idraulica, deve essere funzionante.

Una volta realizzato, il mock-up viene approvato dagli ispettori della Società Armatrice e dei Registri di Classifica in presenza di responsabili Fincantieri e serve, da quel momento in avanti, come riferimento base sia per l'aspetto esecutivo che per il livello di qualità da raggiungere a bordo della nave.

I mock-up vengono poi conservati e riutilizzati (apportando le dovute modifiche qualora necessario) nel caso di navi ripetute.

### **PIANO LOCALI UMIDI**

I "Locali Umidi" sono aree, sia pubbliche che di servizio, in cui vi sono concrete possibilità che avvengano spargimenti e/o allagamenti, o che sono comunque sottoposte a lavaggi intensivi e frequenti.

Qualora siano previsti pannelli di isolamento in lana di roccia, pareti d'arredo e/o finiture, in dette aree devono essere previste delle mastre atte al contenimento degli eventuali liquidi versati.

Per l'identificazione di tali aree si fa riferimento al "Piano Locali Umidi", che viene sviluppato da STA-MET e indica la localizzazione sul Piano Generale di questi locali. Questo, serve al PLA per verificare il corretto utilizzo degli attraversamenti di allestimento, saldati o imbullonati (tubi, condotte, strade cavi, ecc.), tra ponte/ponte, parete/parete e ponte/parete e delle relative protezioni da adottare (una semplice mastra o un rivestimento piuttosto che una sigillatura).

### 2.4.3 Altri documenti di P.E.

Si riportano infine alcune attività e/o documenti che sono trasversali alla P.E. di Scafo e di Allestimento.

#### **PIANO PREPARAZIONE SUPERFICI**

Dopo aver rilevato dal Piano di Capacità e dai Piani Generali il contenuto dei vari locali, STAMET rappresenta su una copia dei Cicli di Lavoro il grado di finitura delle superfici delle lamiere secondo quanto prescritto dal documento aziendale "Standard Scafo".

I gradi di finitura sono quattro: 0 (il minimo), 1, 1.5, 2 (il massimo) e vengono rappresentati colorando, con colori definiti in legenda, le superfici dei manufatti rappresentati nei "Cicli di Lavoro".

#### **FASI DI PITTURAZIONE**

Sulla base della specifica contrattuale, la Progettazione Funzionale redige la specifica di pittura ("Ship Painting Technical Specification") nella quale vengono riportati tutti i tipi di prodotto da utilizzare, lo spessore (in [ $\mu\text{m}$ ]) da applicare e il ciclo da effettuare (in quale ordine applicare i diversi prodotti). All'interno dello stesso viene specificato, per area, in quale fase del processo produttivo è possibile effettuare i vari trattamenti.

Le fasi di pittura, a livello di Blocco/Sezione, sono incluse nel Programma Allacciamento Centri.

#### **FASI DI COIBENTAZIONE**

In base alla specifica tecnica contrattuale, la Progettazione Funzionale sviluppa la "Specificazione di Coibentazione" e il relativo "Piano di Coibentazione" (Passive Fire Protection Plan).

Diversamente a quanto visto per la pittura, le fasi di applicazione sono concordate tra le officine, il COP e la ditta assegnataria dell'ordine. Infine, può essere presente un'istruzione interna, specifica per ogni Stabilimento, che disciplina le fasi di lavoro tra Allestimento e Isolazione.

### 2.4.4 Logistica di Stabilimento

Gli studi di Production Engineering che riguardano la Logistica di cantiere si possono raggruppare essenzialmente in due insiemi:

- Studi per Assistenza, costituiti da:
  - Piano aperture provvisorie;

- Studio impianti provvisori;
- Piano ponteggiature;
- Studi per Esigenze Specifiche, costituiti da:
  - Studio di attrezzature per la Costruzione;
  - Supporti speciali;
  - Studio della movimentazione Blocchi/Sezioni e/o Manufatti;
  - Studio preliminare del varo.

Le singole voci appena riportate vengono di seguito brevemente descritte.

### **PIANO APERTURE PROVVISORIE**

Viene eseguito un piano nave nel quale vengono indicate tutte le aperture provvisorie e gli accessi necessari per il passaggio di materiali e persone, sia come sfuggite di emergenza e fori di aerazione, nel rispetto delle norme di sicurezza e ambientali.

Tali informazioni devono essere disponibili per tempo, così da poter essere inserite nei disegni costruttivi del PLA-SCA e verificate con la parte di Allestimento (APP e/o FAM) i transiti di eventuali impianti che potrebbero rappresentare una criticità durante le fasi di allestimento sia in bacino che in banchina.

### **STUDIO IMPIANTI PROVVISORI**

Lo studio, condotto nel rispetto delle norme di sicurezza ed ambientali, è relativo alla sistemazione degli impianti provvisori di bordo (illuminazione, acqua, aria compressa, ossigeno, acetilene, impianti estrazione fumi, ecc.).

Per navi particolarmente complesse (cruise/offshore) vengono inoltre eseguiti studi di sistemazione di particolari impianti/attrezzature, quali ascensori e montacarichi (interni o esterni) per il trasporto di personale e materiali di allestimento.

### **PIANO PONTEGGIATURE**

Sulla base delle metodologie costruttive di PRF, PRS e MON individuate dalla P.E. e tenendo conto delle fasi di intervento per trattamenti di pittura, la P.E. elabora, nel rispetto delle norme di sicurezza ed ambientali, un piano particolareggiato indicante la posizione e la tipologia delle impalcature da eseguire/montare.

Tale piano deve essere sviluppato al più presto con lo scopo di predisporre le impalcature già dalle prime fasi di prefabbricazione.

### **STUDIO DI ATTREZZATURE PER LA COSTRUZIONE**

Per ogni Commessa nave, STA-MET studia e individua in tempi rapidi, tutte quelle attrezzature



e impianti nuovi la cui applicazione consentirebbe di ridurre i costi di realizzazione, di conseguire i requisiti di qualità contrattuali, di rispettare i tempi contrattuali di realizzazione della nave o, anche, la stessa realizzazione della commessa.

Se tali iniziative incidono significativamente sulla commessa, dovranno essere valutate anche dal PM.

### **SUPPORTI SPECIALI**

In base alle esigenze riscontrate, STA-MET redige dei piani per la realizzazione di supporti speciali per Blocchi/Sezioni. Inoltre, per ogni singola Sezione/Blocco, sviluppa i “Piani di Impostazione per Unità di Imbarco”, ovvero il piano di disposizione delle taccate in area PRS necessarie a sorreggere le singole U.d.I. e, infine, i “Piani di Impostazione Nave”, cioè il documento che riporta il tipo di supporti e la loro disposizione in bacino nel corso delle varie fasi di montaggio.

### **STUDIO DELLA MOVIMENTAZIONE**

Viene eseguito uno studio sulle movimentazioni da effettuare per i Blocchi/Sezioni ed i manufatti di Allestimento di rilevante dimensione.

Con tale studio vengono anche presi in considerazione mezzi di trasporto particolari e/o indispensabili, aree di stoccaggio e tipologia di posizionamento del manufatto nell’area, al fine di agevolare il pre-allestimento e/o il successivo imbarco.

### **STUDIO PRELIMINARE DEL VARO**

Viene elaborato lo studio preliminare del varo, sia per vari da scalo/bacino che per vari tramite traslazione su bacino galleggiante e successivo affondamento dello stesso, in cui viene descritta l’intera operazione.

## Capitolo 3

# Pianificazione e Programmazione mediante l'ausilio di un simulatore a eventi discreti: la suite TECNOMATIX<sup>®</sup>

L'attività di Production Engineering definisce modalità, tempi e sequenze ottimali di realizzazione della commessa sulla base delle caratteristiche del prodotto e della capacità produttiva e dell'assetto logistico dello Stabilimento prescelto per la costruzione. Tale attività risulta pertanto estremamente critica per gli impatti che genera sui costi e sui tempi di realizzazione della Commessa.

Si intuisce altresì che per svolgere le diverse attività descritte nel precedente Capitolo è necessaria una notevole esperienza e una profonda conoscenza del prodotto, dell'impiantistica e dei processi produttivi specifici dello Stabilimento nella ricerca del miglior compromesso tra esigenze spesso molto diverse.

Da ultimo, le "risorse umane" in possesso di tali conoscenze non sono molte (a fronte invece delle numerose commesse aperte contemporaneamente) e spesso, per di più, vicine al pensionamento.

Per gestire tale situazione, a partire dal 2003, l'Ente Metodi Fincantieri ha perseguito con determinazione l'obiettivo di introdurre uno strumento informatico comune che raccogliesse le conoscenze aziendali e le mettesse a disposizione di tutti gli Stabilimenti, rendendo accessibili le attività di P.E. anche a risorse con minore esperienza e creando, di fatto, un sistema di *knowledge management*.

Tale processo è tuttora in forte evoluzione.

### 3.1 La simulazione ad eventi discreti

Una delle tecniche che si sta affermando sempre più per la modellazione di un sistema (sia esso produttivo, logistico, meccanico, economico, ecc.) è la simulazione informatica. Per darne una definizione che sia focalizzata sulle tematiche trattate in questa tesi, potremmo dire che:

*la simulazione informatica è la tecnica che permette di costruire il modello virtuale di un sistema reale, sia esso già operante o definito semplicemente “sulla carta”, così da poterne studiare il comportamento in determinate condizioni, in modo più rapido, efficiente ed economico.*

Nello specifico, verrà trattata la **simulazione a eventi discreti** (o dei flussi) di un sistema produttivo quale un cantiere navale.

Una delle caratteristiche chiave della simulazione è il poter modellare e rappresentare il comportamento del sistema nello scorrere del tempo. La simulazione a eventi discreti fa proprio di questa caratteristica il suo punto di forza.

L'idea di fondo è semplice. Ogni sistema, sia esso un sistema logistico o produttivo, è caratterizzato nel suo funzionamento da una serie di *eventi* che si verificano nel tempo: l'inizio di una attività, l'arrivo di un materiale, la disponibilità di una risorsa. Questi eventi possono essere il linea con il flusso ipotizzato oppure no.

Un modello che *simula* il comportamento del sistema è allora un modello che riproduce gli eventi, il loro concatenarsi e la dipendenza che questi hanno tra loro: si tratta di un modello che riproduce la *logica* e il *comportamento* del sistema e, difatti, un modello di simulazione a eventi discreti è qualcosa di molto simile a un diagramma di flusso.

In fase di definizione del modello si aggiungono anche le caratteristiche operative degli elementi, incluse le probabilità dei guasti, la probabilità che il pezzo prodotto venga scartato, che una certa risorsa non sia sempre immediatamente disponibile, ecc.

Nata negli anni '50 negli Stati Uniti come strumento di verifica della pianificazione in ambito militare, è stato solo con l'evolversi delle tecniche, ma soprattutto dell'hardware e dei PC, che si è iniziato a parlare di simulazione a eventi discreti negli ambienti produttivo e logistico, inizialmente nel mondo accademico, poi sempre più nel mondo dell'industria.

La Tab. 3.1 riportata di seguito, descrive a grandi passi l'evoluzione della simulazione a eventi discreti: oggi, è possibile creare su un semplice PC modelli molto complessi che simulano in pochi secondi mesi e mesi di funzionamento di un impianto, visualizzarne il comportamento su un layout 2D o 3D e analizzarne le prestazioni attraverso output grafici e numerici.

La simulazione nasce in ambito CAPE (Computer Aided Process Engineering) come strumento di *verifica della progettazione* e di *what-if analysis*<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> *What-if analysis*: elaborazione finalizzata alla determinazione dei diversi risultati finali derivanti da altrettante differenti ipotesi di partenza.

anni '50	Prime tecniche di simulazione a eventi discreti (USA – militare).
anni '70	Primi <i>linguaggi di simulazione</i> : estensione FORTRAN, C, ecc.
anni '80	Primi <i>tools di simulazione</i> : ambiente grafico in cui costruire il modello a partire da oggetti precostituiti (“diagramma di flusso del sistema”). Diventa una tecnica più <i>user-friendly</i> ; inizia la diffusione nell'industria.
anni '90 - oggi	Consolidamento della tendenza user-friendly: l'interfaccia grafica 2D e 3D entra prepotentemente nei pacchetti software dedicati esclusivamente alla simulazione a eventi discreti; evoluzione da strumento di sola verifica della progettazione a strumento operativo per la produzione e programmazione.

**Tab. 3.1** - Evoluzione della simulazione a eventi discreti.

Per impianti e sistemi molto complessi, infatti, la combinazione delle possibili scelte, sia in termini di macchinari che di strategie di utilizzo e di programmazione, sono quasi infinite e diventa allora molto difficile prevedere quello che sarà il comportamento e le reali prestazioni del sistema.

Il primo utilizzo della simulazione, ed ancora quello più diffuso, è stato proprio questo. Non si tratta cioè di uno strumento di progettazione vera e propria (come ad esempio un sistema CAD) bensì di uno strumento di verifica di quanto pensato e progettato, che diventa un supporto alla progettazione nel momento in cui fornisce al progettista tutta una serie di indicatori e di analisi che mostrano le possibili aree di miglioramento permettendo di confrontare differenti soluzioni e alternative.

Ecco allora l'innescarsi di un circolo virtuoso che porta all'ottimizzazione del sistema e del progetto attraverso i seguenti passi: progettazione, verifica, individuazione delle criticità e delle aree di miglioramento (what-if analysis), formulazione di una nuova soluzione alternativa e nuova verifica.

Oggi, grazie al progredire delle tecniche, dei prodotti di simulazione e dell'hardware a disposizione, la simulazione si è evoluta dal suo tradizionale ruolo di strumento di verifica (ad uso e consumo dei dipartimenti di ingegneria) a strumento operativo per la produzione e la programmazione. **Creata dunque il modello di simulazione di un impianto, è possibile verificare “in realtà virtuale” un piano di produzione al computer prima che questo sia “lanciato” effettivamente in esecuzione, anticipando così eventuali problemi (colli di bottiglia) o ritardi nella consegna di un particolare Lotto di materiale (o di un singolo elemento), porvi rimedio e infine lanciare in produzione solo un piano che sia stato prima verificato e validato sulle reali capacità dell'impianto stesso (Studio di Fattibilità).**

Un tale modello di simulazione, cioè un modello ad uso operativo, deve avere caratteristiche che ne consentano un utilizzo pratico, ovvero:

- essere allineato con l'impianto reale e, per questo, essere anche facilmente allineabile in corso d'opera (ad esempio, deve essere facile distribuire gli operatori sull'impianto,

mettere fuori servizio o in manutenzione una risorsa, ecc.);

- poter caricare in automatico, o semiautomatico, il piano di produzione e il carico di lavoro già in essere nel relativo Stabilimento (*work in progress*);
- poter essere utilizzato da persone anche non esperte di simulazione.

Deve cioè inserirsi all'interno di un sistema informatico e umano dal quale attingere informazioni e al quale restituirle; per questo, deve disporre di opportune interfacce che ne consentano un uso immediato.

## 3.2 Il re-engineering del processo di P.E. in Fincantieri

Gli obiettivi che hanno spinto Fincantieri ad adottare un sistema di simulazione portando, di fatto, a un re-engineering del processo di Production Engineering possono essere così identificati:

- abbattere i tempi di sviluppo delle attività di P.E. soprattutto nella fase preliminare di acquisizione della commessa;
- ottimizzare e aumentare l'integrazione tra le diverse attività del processo di P.E. come all'interno di un unico grande cantiere integrato per portare, in ultima analisi, ad un'ottimizzazione complessiva dei sistemi di produzione;
- beneficiare di un sistema di *knowledge management* attraverso il supporto delle IT;
- valutare più scenari di riferimento simultaneamente, per fronteggiare le esigenze di un mercato sempre più dinamico (riduzione del *time to market*) al fine di garantire soluzioni e servizi di alta qualità ed elevato valore aggiunto, nel contenimento dei costi e nel rispetto dei tempi di consegna.

Rimane in ogni caso necessario:

- definire i criteri costruttivi che consentano di rispettare le caratteristiche progettuali adottate e i vincoli impiantistici presenti nelle varie ATO degli Stabilimenti;
- definire le soluzioni di costruzione e montaggio per ottenere un programma che sia realizzabile nei tempi prestabiliti, con i costi (ore) delle diverse attività programmate noti e in linea con la capacità produttiva (risorse) dello Stabilimento.

Il risultato più importante ottenuto con l'adozione di un sistema di simulazione, è la razionalizzazione dell'approccio alla programmazione operativa della produzione su tutti gli stabilimenti, che ha portato i seguenti benefici:

- definizione di un metodo comune di lavoro, unificando le modalità di esecuzione di alcune fasi dell'attività di P.E.;
- creazione di librerie comuni (si veda "Mappe di Processo"; § 3.3.1) per gli elementi costruttivi di scafo, con una stima uniforme del loro contenuto tecnico in base all'analisi

dei dati provenienti dalla produzione, condivise tra tutti gli Stabilimenti e soprattutto riutilizzabili nel caso di navi ripetute;

- adozione di formati standard per la documentazione tecnica e i programmi operativi per tutti i gli Stabilimenti e uniformazione del modo di estrarla dal Data Base dello strumento di simulazione;
- maggiore efficienza nelle fasi iniziali di P.E. (fino al PAC; si veda § 2.4) che ora è possibile completare nell'arco di 2-3 settimane rispetto ai 2-3 mesi che erano necessari quando il processo era totalmente manuale;
- capacità di confrontare il medesimo programma su Stabilimenti diversi, sullo stesso Stabilimento ma con assetti diversi o con un portafoglio commesse diverso.

Ai vantaggi generati nello specifico per l'Ufficio Metodi, se ne aggiungono altri due, nati dall'integrazione a monte e a valle del processo di P.E.:

- **In fase di offerta** è ora possibile sviluppare in tempi congrui con quelli della trattativa commerciale la P.E. e il programma operativo di commessa, ottenendo così una stima molto più precisa del contenuto di lavoro, dei tempi di realizzazione delle occorrenze dei materiali e della documentazione tecnica per lo Stabilimento prescelto per la costruzione. Il programma poi, può essere rivisto e modificato in tempi rapidi, così da poter studiare diverse alternative di pianificazione in modo da scegliere quella che aderisce meglio alla situazione contingente, aiutando e accelerando il processo decisionale del management;
- **In fase di programmazione delle attività di officina** è ora disponibile uno strumento che migliora e standardizza lo scambio di dati tra DN-MET, STA-MET, COP e officine, rendendolo più veloce e integrato. In tale ottica, il sistema è in grado di recepire i dati di avanzamento tecnico, tenendo traccia dei ritardi e consentendo in tempi rapidi una ri-pianificazione di tutte le attività delle officine che ottimizzi l'impiego delle risorse e delle aree.

In definitiva, quindi, l'introduzione della simulazione a eventi discreti in Fincantieri ha permesso ai vari Enti (DN-MET, STA-MET, COP, PLA, officine) di collaborare più a fondo (si veda Fig. 3.1); ha consentito la riduzione dei costi operativi di sviluppo del programma operativo e la riduzione dei rischi connessi alla mancata realizzazione dello stesso (il PAC, che non era in uso in tutti i cantieri a causa dell'enorme lavoro manuale necessario a produrre tutte le possibili varianti della pianificazione e a tenerlo aggiornato una volta che il programma entra in esecuzione, è tornato ad essere lo strumento di comunicazione ufficiale in tutti gli Stabilimenti); ha portato a un grande risparmio in termini di tempo e denaro e all'elevazione della qualità del lavoro di programmazione; ha aperto la strada ad una più stretta collaborazione fra i diversi Stabilimenti del Gruppo, consentendo lo scambio dei dati relativi a navi già costruite e abbattendo i tempi di trasferimento della documentazione di P.E. (giorni anziché mesi) permettendo, in ultima analisi, un inserimento più rapido sul mercato del prodotto nave grazie

alla sincronizzazione della progettazione con la definizione del suo stesso processo produttivo.

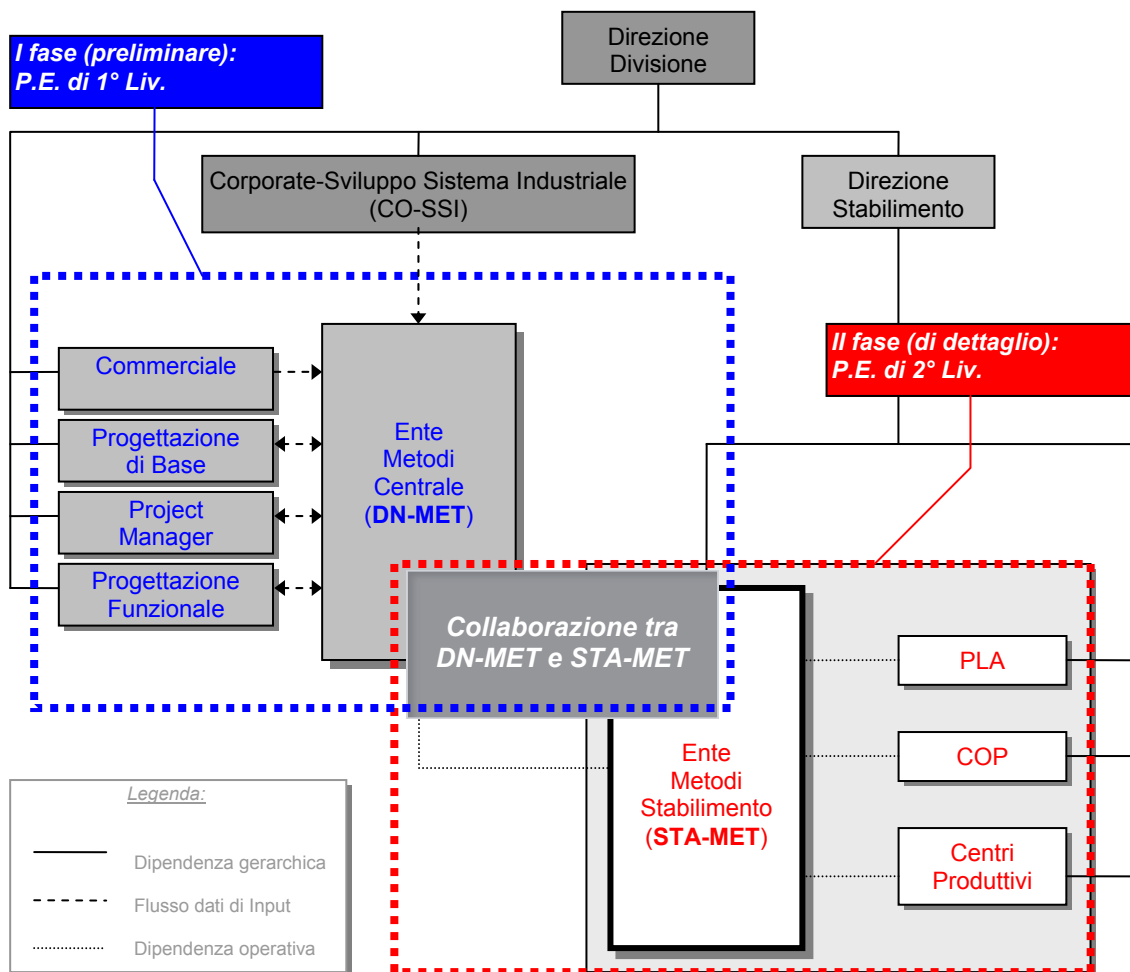


Fig. 3.1 - Schematizzazione della collaborazione tra DN-MET e STA-MET grazie all'utilizzo di Tecnomatix.

### 3.3 La suite TECNOMATIX

La scelta commerciale effettuata da Fincantieri è stata quella di adottare alcuni software della suite **TECNOMATIX**<sup>19</sup> di "SIEMENS PLM Software" (business unit di "SIEMENS Industry Automation Division"), leader mondiale nella fornitura di software e servizi per la gestione del ciclo di vita del prodotto: PLM - *Product Lifecycle Management*.

La piattaforma di MPM (*Manufacturing Process Management*) Tecnomatix è una soluzione di *digital manufacturing* (o "Fabbrica Digitale") che consente il collegamento tra la progettazione e le diverse discipline della produzione, tra cui: configurazione e progettazione dei processi,

<sup>19</sup> Fondata in Israele nel 1983, Tecnomatix Corporation è stata una delle prime aziende a sviluppare soluzioni software di MPM (Manufacturing Process Management). Nel 2005 è stata acquisita dall'americana UGS Corporation, software house di soluzioni PLM. Con l'acquisto di quest'ultima nel 2007 da parte del colosso tedesco SIEMENS, le soluzioni Tecnomatix sono oggi fornite da SIEMENS PLM Software.

simulazione degli stessi e gestione della produzione.

Il sistema è basato su un'**architettura aperta**, risultando perciò flessibile e scalabile per l'intera Azienda; in particolare consente di integrarsi con le relative *best practice* già acquisite, permettendo di configurare le strutture dei dati del prodotto e i flussi di lavoro secondo le proprie necessità.

Si tratta di un simulatore a eventi discreti che identifica il piano produttivo ottimale sulla base di tre elementi principali:

1. Il **modello del prodotto** (cosa si deve costruire);
2. Il **modello dello Stabilimento** (risorse operaie, spazi, impianti, bacini, logistica);
3. I **vincoli esterni** (tempi di consegna forniture, tempi standard di progettazione, target di commessa, altri carichi di lavoro).

La soluzione in uso presso Fincantieri è composta da due software di *e-Manufacturing* (electronic-Manufacturing):

- **Process Designer** (ex eM-Planner): è il software di "process planning" (ambiente CAPP – Computer Aided Process Planning) ed è utilizzato per la predisposizione dei dati necessari alla simulazione, ovvero dati di prodotto (parti: distinta MBOM – Manufacturing Bill of Material), dati di processo (struttura delle attività secondo WBS) e dati relativi alle risorse di produzione (aree e risorse di Stabilimento, ovvero le ATO).
- **Plant Simulation** (ex eM-Plant): è il software di simulazione a eventi discreti (ambiente CAPE) nel quale sono stati realizzati i modelli che simulano le attività dei cantieri in base ai dati opportunamente preparati con Process Designer.

L'impiego di queste due applicazioni viene brevemente descritto nei due successivi sottoparagrafi, con l'intento di individuare i punti chiave del sistema nel suo complesso e dare una prima panoramica sulla sua funzionalità.

### 3.3.1 Le Mappe di Processo

Un elemento di importanza fondamentale per eseguire la simulazione di tutta la produzione scafo è rappresentato da una corretta preparazione dei dati da fornire al simulatore.

In quest'ottica, lo sviluppo della soluzione Tecnomatix ha aperto la strada al processo di standardizzazione delle principali tipologie di parti (Blocchi, Sottoassiemi, ecc.) e della definizione della distinta di scafo, delle attività a queste associate (cicli di lavoro) e delle risorse di cantiere in grado di eseguirle, ovvero le aree di lavoro (ATO) organizzate in officine (ATI).

Tale processo, ha trovato il suo compimento con la definizione delle Mappe di Processo<sup>20</sup> tramite il software **Process Designer**.

---

<sup>20</sup> La definizione delle Mappe di Processo ricade in quello che è stato definito a livello aziendale "Progetto Mappe di Processo".



Per **Mappa di Processo (M.d.P.)** si intende la definizione del ciclo di lavoro tipico (processo) relativo alla realizzazione di un determinato elemento costruttivo (una Sezione, un Blocco, ecc.), dettagliato al più fino al grado di Pannello e Sottoassieme, comprensivo delle ore di lavoro e di attraversamento delle ATO interessate in funzione delle dimensioni e del peso dell'elemento stesso.

Durante la sua realizzazione, un elemento costruttivo seguirà un certo "percorso" che lo porterà, a seconda della sua tipologia, ad attraversare determinate ATO (ad esempio la Panel Line – Liv. E piuttosto che la linea Pannelli Curvi – Liv. D , ecc.) con caratteristiche note sia in termini di "fasi di lavoro" che di "coefficienti di sovrapposizione" (di cui si tratterà più avanti).

Oltre a ciò, per poter valutare correttamente i tempi di attraversamento delle ATO, la Mappa di Processo contiene anche le informazioni dimensionali specifiche dell'elemento (dimensioni e peso; si veda la Fig. 3.3 e la Fig. 3.4), in modo da poter derivare i parametri che definiscono i tempi necessari di lavorazione (metri di saldatura, metri di taglio, ecc.).

Le Mappe di Processo sono suddivise in:

- **Mappe di Sezioni**, per determinare la schedulazione di PRS;
- **Mappe di Blocchi e di Sottoblocchi**, per determinare la schedulazione di PRF;
- **Mappe di Pannelli e di Sottoassiemi**, per determinare la schedulazione dei Lotti di officina NAV, da cui poi è possibile esportare la pianificazione delle occorrenze dei materiali grezzi e di conseguenza estrapolare il "Piano approvvigionamento materiali" e il "Piano rilascio disegni".

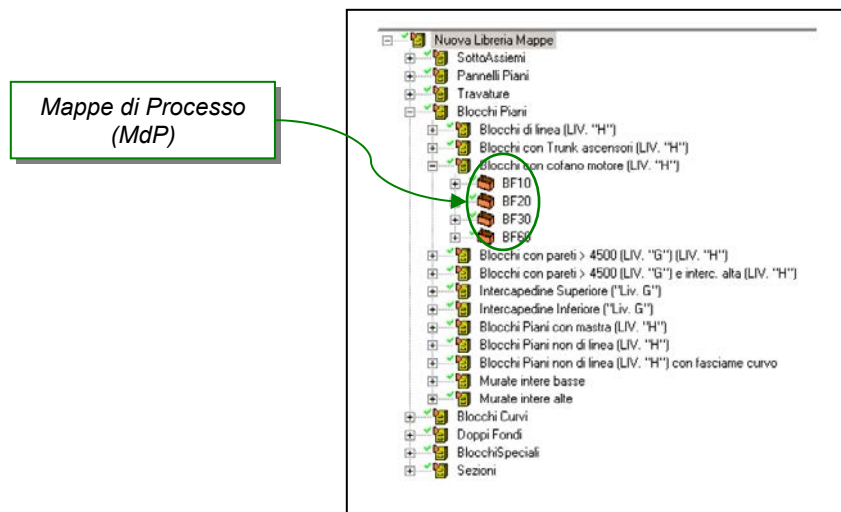
Queste, sono organizzate nel sistema secondo:

- **Mappe di Libreria**: sono Mappe di Processo Standard (si veda Fig. 3.3) che riportano solo alcune informazioni generiche dell'oggetto che descrivono (Cicli di Riferimento) e sono raccolte in una "Libreria di Mappe" (Mappe di Blocchi Piani, Mappe di Sottoassiemi, Mappe di Pannelli, ecc.) strutturata a sua volta in sottolibrerie di elementi caratteristici;
- **Mappe specifiche della nave**: sono Mappe di Processo relative a Navi di Riferimento, cioè navi già costruite in passato i cui elementi costruttivi (Sezioni, Blocchi, ecc.) e dati di processo relativi sono quindi ben definiti (e non generici come per le Mappe di Libreria). L'insieme di queste Navi è raccolto in una "Libreria Navi di Riferimento".

Si riporta di seguito in Fig. 3.2 la struttura della Libreria di Mappe e delle relative sottolibrerie. A titolo di esempio, si può vedere come in una Libreria di Blocchi Piani si potranno trovare delle sottolibrerie di Mappe di "Blocchi con cofano motore", Mappe di "Blocchi con trunk ascensori", ecc. all'interno delle quali si troveranno poi le relative Mappe, codificate come segue:

- primi due caratteri: *Codice di Mappa* che identifica la tipologia di oggetto (ad es. BF: Blocco Piano con Cofano Motore, BP: Blocco Piano, ecc.);
- ultimi due caratteri: *Progressivo di Mappa*, numero progressivo di due cifre che

identifica una determinata Mappa.



**Fig. 3.2** - Struttura della Libreria Standard di Mappe di Processo.

L'insieme di tutte le Librerie, costituiscono un database da utilizzare in fase preliminare di P.E. quando le informazioni a disposizione sono poche (Piano Generale ed Esponente di Carico).

Attraverso i dati contenuti nel database, è possibile infatti definire e studiare fin da subito una distinta di scafo, organizzata secondo la logica di Montaggio in Bacino, dettagliata fino al Livello di Pannello (Liv. E o D; § 1.5) e Sottoassieme (Liv. A, B o C). Questa distinta, anche se costituita da elementi standard contenuti nelle librerie, è comunque già sufficientemente precisa da permettere studi avanzati sull'impatto che la pianificazione della nuova costruzione avrà sulle varie ATO del cantiere prescelto, così da definire un Programma Imbarchi e un Target i più realistici possibile (cioè la strategia di costruzione della nave).

A questo punto infatti, grazie alle informazioni contenute nella struttura costruita con le Mappe di Processo e alle logiche di simulazione dello specifico cantiere, è possibile andare a simulare la pianificazione effettuata per la costruzione in tutte le aree (NAV, PRF, PRS e MON), per valutare le tempistiche di realizzazione e verificare i carichi di lavoro indotti. Questa fase, si può assimilare allo Studio di Fattibilità (si veda § 2.4) a capacità finita (ovvero considerando le reali potenzialità dello Stabilimento) della commessa nel cantiere prescelto.

Con riferimento a quanto detto, si riportano nelle seguenti Fig. 3.3 e Fig. 3.4 alcune delle finestre per la gestione dei dati di configurazione delle Mappe di Processo. Le figure illustrano in particolare delle Mappe di PRF (Blocchi). Sulla base di questa tipologia di Mappa, si andrà successivamente a descrivere la procedura utilizzata dal sistema per il calcolo delle "Ore" e del "Tempo di Attraversamento".

**FINCANTIERI**

**Mappa SR01**      **Sez.di Prora**

Nome elemento : SR01      Livello di prefabbricazione : Liv. U

Dimensioni

	D:	a:
Lunghezza (mm) :	12000	15000
Larghezza (mm) :	7000	10000
Altezza (mm) :	7000	10000

	Stimato	Calcolato
Peso (ton) :	120.00	0.00

Dati di Processo      Applica      Cambia Immagine

**Fig. 3.3** - Esempio di *Mappa di Libreria*: finestra per imputare il nome, il range di dimensioni, il peso stimato e l'immagine dell'elemento descritto.

**FINCANTIERI**

**Mappa FC30**      **Doppio Fondo Laterale simmetrico**

Nome elemento : ML12D      Livello di prefabbricazione : Liv. H

Dimensioni

	D:	a:	Valore Definitivo
Lunghezza (mm) :	5500	16000	10120
Larghezza (mm) :	10000	13000	11300
Altezza (mm) :	1500	2200	2200

	Stimato	Calcolato	Definitivo
Peso (ton) :	132.00	45.00	45.00
Peso All. (ton) :	0		0.00

Applica      Cambia Immagine

**Fig. 3.4** - Esempio di *Mappa specifica della nave*: la finestra è analoga a quella di Fig. 3.3 ma in più, oltre al range di dimensioni letto dalla Mappa di Libreria associata, compaiono i campi in cui computare i dati effettivi dell'elemento in questione. Di default il sistema compila questi campi con i valori massimi del range scrivendoli in blu. Se si va a modificare il valore, il sistema lo segnala scrivendolo in nero.

La Fig. 3.5 riporta la finestra di gestione dei dati di processo per una Mappa di PRF, utilizzati dal sistema per calcolare le "Ore" di lavoro necessarie e il tempo di "Attraversamento" della specifica area.

Anche se con alcune differenze, questa configurazione e la logica di calcolo valgono anche per tutte le altre tipologie di Mappa. In particolare: una "Mappa di PRS" è in tutto e per tutto uguale a una "Mappa di PRF", solo associata a un oggetto di classe Sezione. L'unica differenza si trova nei campi di "Completamento" ed è il parametro "Durata Allestimento" che diventa in questo caso "Allestimento Residuo" (residuo in quanto la durata necessaria all'allestimento della Sezione viene conteggiata a partire dal termine delle attività scafo, quando in realtà iniziano prima); per le "Mappe di Pannelli di Liv.E/D" e per le "Mappe di Pannelli Travati di Liv.F" il parametro per il calcolo delle ore è, rispettivamente, il coefficiente *ore/giunto* e il coefficiente *ore/m<sup>2</sup>* anziché le *ore/tonnellata*.

**FINCANTIERI**

**Dati PRF**

**A. PREFABBRICAZIONE.** Il tempo di attraversamento è calcolato in funzione del n° di operatori e delle percentuali inputate.

Ore Tonnellata: 15 × K=1 = 15

Ore Carp./Sald. Calcolate: 390    Ore Carp./Sald. Stimate: 390.0

Finitura (%): 8.00    Ore Finitura: 31

Indiretti Prod. (%): 7.00    Totale Ore Ciclo Stimate: 451

Pozzetto Interno (%): 3.00    Ore Pozzetto Interno: 14

Pozzetto Esterno (%): 3.00    Ore Pozzetto Esterno: 14

TOTALE ORE STIMATE: 477.7

Totale Tonnellate Lavorate: 000

**B. Attraversamento**

Maggiorazione %: 5.00

	Ore	Operatori	% Ore Tot.	Coef. Sovr.
Preparazione:	20.85	2	5.00	1.00
Carpenteria:	187.67	4	45.00	1.00
Saldatura:	208.52	4	50.00	0.80

Attraversamento Calcolato: 104    Attraversamento: 104.0

Attraversamento (gg): 13

**C. Maggiorazioni ore**

Maggiorazioni Utilizzate:  Standard

**Completamento**

Durata Allestimento (h): 40.00

Durata Pitturazione (h): 0.00

Sequenza Imbarco in Sezione (gg): 0.00

Impegno Gru/Cavalletto (h): 4.00

Concatena Successore

**Fasi del ciclo di produzione (Attività)**

Reset ai valori di libreria    Ricalcola tutti gli attraversamenti    Maggiorazioni per i sottoelementi    Applica

Fig. 3.5 - Tab "Dati di Processo" per i imputare i dati di processo relativi a una determinata Mappa di PRF.

Il procedimento di calcolo eseguito dal sistema è il seguente:

#### **A) Calcolo delle Ore Stimate:**

Il calcolo si basa essenzialmente sul coefficiente **ore/tonnellata ( $h/t$ )**, che risulta fondamentale per l'aggiornamento dei dati di COSTO e PROGRAMMAZIONE delle attività.

Tale indice riassume, con un elevatissimo grado di sintesi, la complessità del contenuto di lavoro associabile a un singolo elemento costruttivo (Sezione, Blocco, ecc.).

Il suo valore non è uguale per tutti gli elementi, ma dipende dalla tipologia e dall'area (ATO) in cui è prevista la fabbricazione e viene ricavato a partire dai dati di consuntivo storici delle navi prodotte. Il dato, quindi, si ottiene dal rapporto tra le ore di cedola emesse e il peso dell'elemento (Sezione, Blocco, ecc.) in tonnellate.

Nel caso specifico preso in esame (Mappa di PRF), le  $h/t$  comprendono le fasi di "Preparazione", "Carpenteria" e "Saldatura". Moltiplicando il peso dell'elemento (computato nella Mappa, come in Fig. 3.4) per le "Ore Tonnellata" il sistema calcola le "Ore Carpenteria-Saldatura Stimate" (nell'esempio:  $15 [h/t] \times 26 [t] = 390 \text{ h}$ ). Se poi l'utente imputa un altro valore, il sistema utilizzerà quest'ultimo e non quello calcolato e ne tiene traccia scrivendolo in nero (anziché in blu, come in figura).

Vengono poi considerate le seguenti ore (si veda ancora Fig. 3.5):

- **Finitura (%):** è una percentuale delle "Ore Carp./Sald. Stimate" per indicare la fase di molatura (nell'esempio:  $390 \times 8\% = 31.200 \text{ h}$  di Finitura). Sommando le "Ore Finitura"

alle “Ore Carp./Sald. Stimate”, il sistema calcola le *Ore Dirette di Produzione Stimate* ( $390 + 31.2 = 421.200$  h, non visualizzate);

- **Indiretti di Produzione (%):** è una percentuale delle *Ore Dirette di Produzione Stimate* ( $421.2 \times 7\% = 29.484$  h di *Indiretti Prod.*, non visualizzate) usata per tener conto di tutte le attività ausiliarie alla produzione. Sommando le *Ore Indiretti Prod.* alle *Ore Dirette di Produzione Stimate* il sistema calcola il “Totale Ore Ciclo Stimate” ( $421.200 + 29.484 = 450.684 \cong 451$  h);
- **Pozzetto Interno (%):** sono delle ore “cautelative” per tener conto di eventuali “Non Conformità” e “Micro cambi-fase” nelle operazioni di officina. E’ una percentuale del “Totale Ore Ciclo Stimate”, normalmente pari al 3% per Navi Ripetute e al 4% per un Prototipo ( $450.684 \times 3\% = 13.520 \cong 14$  h di *Pozzetto Interno*);
- **Pozzetto Esterno (%):** sono delle ore “cautelative” per tener conto di eventuali “Non Conformità” di Ufficio Tecnico, Modifiche e “Micro cambi-fase”. E’ una percentuale del “Totale Ore Ciclo Stimate” ( $450.684 \times 3\% = 13.520 \cong 14$  h di *Pozzetto Esterno*);

Si ottiene infine:

$$\text{“Totale Ore Ciclo Stimate”} + \text{“Pozzetto Int.”} + \text{“Pozzetto Ext.”} = \text{“Totale Ore Stimate”}$$

$$(450.684 + 13.520 + 13.520 = 477.724 \cong 477.7 \text{ h})$$

### **B) Calcolo dell’Attraversamento:**

L’attraversamento è figlio di:

- Ore Carpenteria-Saldatura Stimate;
- Ore Pozzetto Interno
- Ore Pozzetto Esterno

La somma di queste tre costituisce le **Ore Stimate per Attraversamento** ( $390.000 + 13.520 + 13.520 = 417.040$  h, non visualizzate).

Vengono quindi stabiliti, per ogni fase che costituisce il ciclo di produzione, il **numero di operatori** (“Operatori”), il **peso % della fase sulle ore totali** (“% Ore Tot.”) ovvero la suddivisione in percentuale delle *Ore Stimate per Attraversamento* sulle attività individuate per l’officina e che verranno poi schedate dal simulatore, e il **coefficiente di sovrapposizione** (“Coeff. Sovr.”) che indica la sovrapposizione tra la fase associata e quella precedente. In questo modo si va a definire un ciclo di produzione ottimizzato, facendo calcolare al sistema un attraversamento corretto, cioè dato non semplicemente dalla somma degli attraversamenti delle singole fasi (la somma delle ore calcolate per ogni fase) ma pesato sul grado di sovrapposizione di ciascuna fase e permettendo, in ultima analisi, di stabilire degli obiettivi in termini di attraversamento minimo dell’elemento.

L’attraversamento (*ATTR*) è il tempo necessario per realizzare il manufatto e viene calcolato dal sistema secondo la formula:

$$ATTR_{Calcolato} = \left( \sum_{i=fase_1}^{fase_n} \frac{ORE_{attr} \cdot \%fase_i \cdot \%sovr_i}{Nop_i} \right) \cdot (1 + \%magg)$$

in cui:

$ORE_{attr}$ : Ore Stimate per Attraversamento.

$\%fase_i$ : è la voce “%Ore Tot.” e indica il peso percentuale della fase sulle Ore Totali.

$Nop_i$ : è la voce “Operatori”, cioè il numero di operatori assegnati nella giornata lavorativa a ciascuna fase.

$\%sovr_i$ : è la voce “Coeff. Sovr.” e indica la sovrapposizione tra la fase associata e la fase precedente.

$\%magg$ : è la voce “Maggiorazione %” (nell'esempio: 5%) e indica una maggiorazione percentuale dell'attraversamento per tener conto dell'eventuale stoccaggio.

Con riferimento quindi all'esempio:

$$ATTR_{Calcolato} = \left[ \left( \frac{417.040 \cdot 5\% \cdot 1}{2} \right) + \left( \frac{417.040 \cdot 45\% \cdot 1}{4} \right) + \left( \frac{417.040 \cdot 50\% \cdot 0.8}{4} \right) \right] \cdot 1.05$$

$$\cong 104 h$$

L'utente può comunque andare a modificare il risultato calcolato, andando ad imputare un valore manualmente nel campo “Attraversamento”.

Il sistema calcola anche il “Totale Tonnellate Lavorate”, che rappresenta una distribuzione del peso fisico dell'elemento finale sui suoi sotto-elementi in funzione del Totale Ore che è stato loro assegnato (o calcolato) e della tipologia; in particolare:

- per le Sezioni coincide sempre con il peso fisico;
- per i Blocchi, il peso fisico del Blocco finale viene distribuito tra tutti gli elementi costituenti (Sottoblocchi, Sottoassiemi, Pannelli) proporzionalmente alle ore a questi assegnati e in maniera del tutto indipendente dal peso fisico che questi hanno.

**C)** Infine, è possibile inserire alcune informazioni di processo aggiuntive relative al completamento dell'oggetto:

- “Durata Allestimento” (in ore): indica il tempo minimo che deve trascorrere tra il completamento dell'attività di PRF dell'oggetto in questione e l'inizio di PRF del suo successore. Nel caso di una Mappa di PRS, invece, la voce sarebbe stata “Allestimento Residuo”, la cui durata viene in genere stimata intorno a 80-120 hr, pari quindi a 10-15 gg lavorativi.

- “Durata Pitturazione” (in ore): indica l’attività di pitturazione carena nelle capannette di pitturazione.
- “Sequenza Imbarco in Sezione” (in giorni): è significativo solo per i Blocchi che vanno in Sezione; rappresenta l’intervallo temporale tra l’inizio dell’attività di PRS e l’imbarco del Blocco ed è funzione della sequenza di imbarco dei Blocchi in Sezione. E’ importante per consentire al sistema di calcolare la data di effettiva disponibilità (completamento) dell’oggetto (es. ritardo del Blocco = 16 [hr]. Allora:  
 $16 \text{ [hr]} / 8 \text{ [hr/gg]} = 2 \text{ gg}$  cioè il Blocco deve essere disponibile al più tardi 2 giorni dopo l’inizio della Sezione e che l’imbarco avviene 2 giorni dopo l’inizio della stessa. In altre parole, l’attività di PRS può iniziare 2 giorni prima del completamento del Blocco).
- “Impegno Gru/Cavalletto” (in ore): indica il carico di lavoro necessario al Cavalletto o alle Gru per la movimentazione dell’elemento nelle aree di PRS. Serve solo per i Blocchi che da PRF vengono imbarcati in Sezione e per le Sezioni che da PRS vanno imbarcate in bacino.
- “Concatena Successore”: serve solo per i Sottoblocchi e, se selezionato, il Blocco successore verrà programmato in diretta successione sulla stessa postazione (*concatenato*).

### 3.3.2 I modelli di simulazione dei Cantieri

Per **modello di simulazione del cantiere** (modello virtuale) si intende la modellazione delle risorse produttive di uno specifico Stabilimento, sviluppata in un ambiente di simulazione a eventi discreti in modo tale che, una volta definito il piano di produzione da realizzare (derivato dalle Mappe di Processo), si possa simulare la sua esecuzione per verificare se sia possibile realizzarlo nel rispetto nei tempi prestabiliti (Piano IIVC; si veda § 2.3) considerando le reali capacità produttive e l’eventuale carico di lavoro già in essere (*work in progress*) nel cantiere identificato per la costruzione.

L’esigenza di lavorare senza dover creare nuove interfacce o nuovi modelli di simulazione in funzione di dove si costruirà la nave e delle possibili condizioni al contorno, ha portato alla definizione di un modello di simulazione configurabile in modo che possa descrivere tutti gli Stabilimenti di Fincantieri.

Oggi ci sono 8 differenti varianti del modello disponibili in un unico ambiente, **Plant Simulation**, rappresentanti gli otto cantieri del Gruppo: Monfalcone, Marghera, Sestri Ponente, Muggiano, Ancona, Castellamare di Stabia e Palermo. Questo, indipendentemente dallo Stabilimento prescelto, consente il riutilizzo del lavoro fatto inizialmente da DN-MET da parte di tutti gli STA-MET.

Lo sviluppo dei modelli dettagliati di simulazione degli Stabilimenti è stato sviluppato da SIEMENS in ambiente Plant Simulation. Grazie a questi, la simulazione considera i

numerosissimi vincoli che esistono nell'assegnazione ad una linea o ad un'area a terra di tutte le attività, dall'Officina Navale (NAV), passando dalla prefabbricazione (PRF) al premontaggio (PRS), fino al montaggio (MON). I vincoli sono dimensionali (spazio) e di sollevamento (peso), preferenze ed assegnazioni, produttività delle linee verso quella delle aree, disponibilità dei Pannelli e dei Sottoblocchi, carico di lavoro indotto, disponibilità di operatori (turnazione), urgenza per la consegna, ecc.

In funzione delle regole suggerite dall'esperienza dei pianificatori Fincantieri, i modelli sono in grado di proporre la migliore attribuzione delle attività specifiche ad una risorsa non solo in termini temporali (quando e con quanto tempo a disposizione) ma anche in termini geometrici (in che area e in quale posizione).

La simulazione effettuata non fornisce dunque una semplice verifica del piano di produzione sulla reale capacità produttiva dello Stabilimento in esame, ma anche una vera e propria programmazione delle attività sulle varie linee ed aree.

L'idea che ha guidato lo sviluppo è stata quella di non semplificare il volume dei dati necessari ad una corretta pianificazione nei diversi momenti e per i diversi Enti (pianificazione di lungo, medio e breve termine; rispettivamente P.E. di 1° livello, P.E. di 2° livello e Programmazione mensile e gestione di dettaglio; si veda Fig. 2.1) ma di semplificare invece la modalità di creazione di tali dati (in caso di Nave Prototipo) e di acquisizione dei dati da una commessa già sviluppata in passato (Nave Ripetuta). In questo modo si è dato un ruolo centrale alle Librerie discusse nel sottoparagrafo precedente.

La realizzazione pratica di questa idea si è concretizzata introducendo nel sistema lo strumento di programmazione operativa: il PAC (§ 2.3).

Questo strumento, oltre ad essere uno dei report ufficiali di programmazione, è ora una delle interfacce del sistema di simulazione con la quale l'utente interagisce inserendo vincoli, spostando attività, dichiarando aree di indisponibilità, intervenendo sulla pianificazione, assegnando attività a ditte esterne e gestendo la percentuale di completamento delle singole attività o di gruppi di attività (sarà trattato più nel dettaglio in § 3.5 dove si analizzeranno gli "use case" operativi del sistema).

Tramite questa interfaccia (il PAC) è sempre possibile intervenire sulla programmazione proposta dalla simulazione per fare piccoli aggiustamenti necessari alla programmazione mensile delle attività. Infatti, per quanto il sistema di simulazione possa considerare logiche sofisticate di pianificazione, non riuscirà mai ad avere la sensibilità del pianificatore.

Grazie al sistema Tecnomatix è quindi possibile oggi svolgere in tempi molto più rapidi rispetto al passato la maggior parte del lavoro, con la consapevolezza però che si dovrà poi intervenire per rifinire "manualmente" la programmazione ottenuta secondo quanto dettato dall'esperienza e dalla pratica quotidiana.



### 3.4 Architettura e logica di funzionamento del sistema TECNOMATIX

L'architettura del sistema TECNOMATIX si può sintetizzare con il diagramma di Fig. 3.6. Si basa su un database, sull'ambiente di gestione Process Designer, su un *editor* per il *Programma Imbarchi/Target* (in Plant Simulation) e su un modello di simulazione a eventi discreti (ancora in Plant Simulation), in grado di simulare e verificare la programmazione del lavoro nelle aree NAV, PRF e PRS dello Stabilimento prescelto.

Sia l'editor che lo strumento di simulazione, costruiti in ambiente Plant Simulation, sono direttamente connessi all'ambiente Process Designer di gestione delle Mappe di Processo (Pannelli, Blocchi, Sezioni), delle Distinte di Prodotto (elementi di scafo) e di quelle di Pianificazione (WBS delle attività).

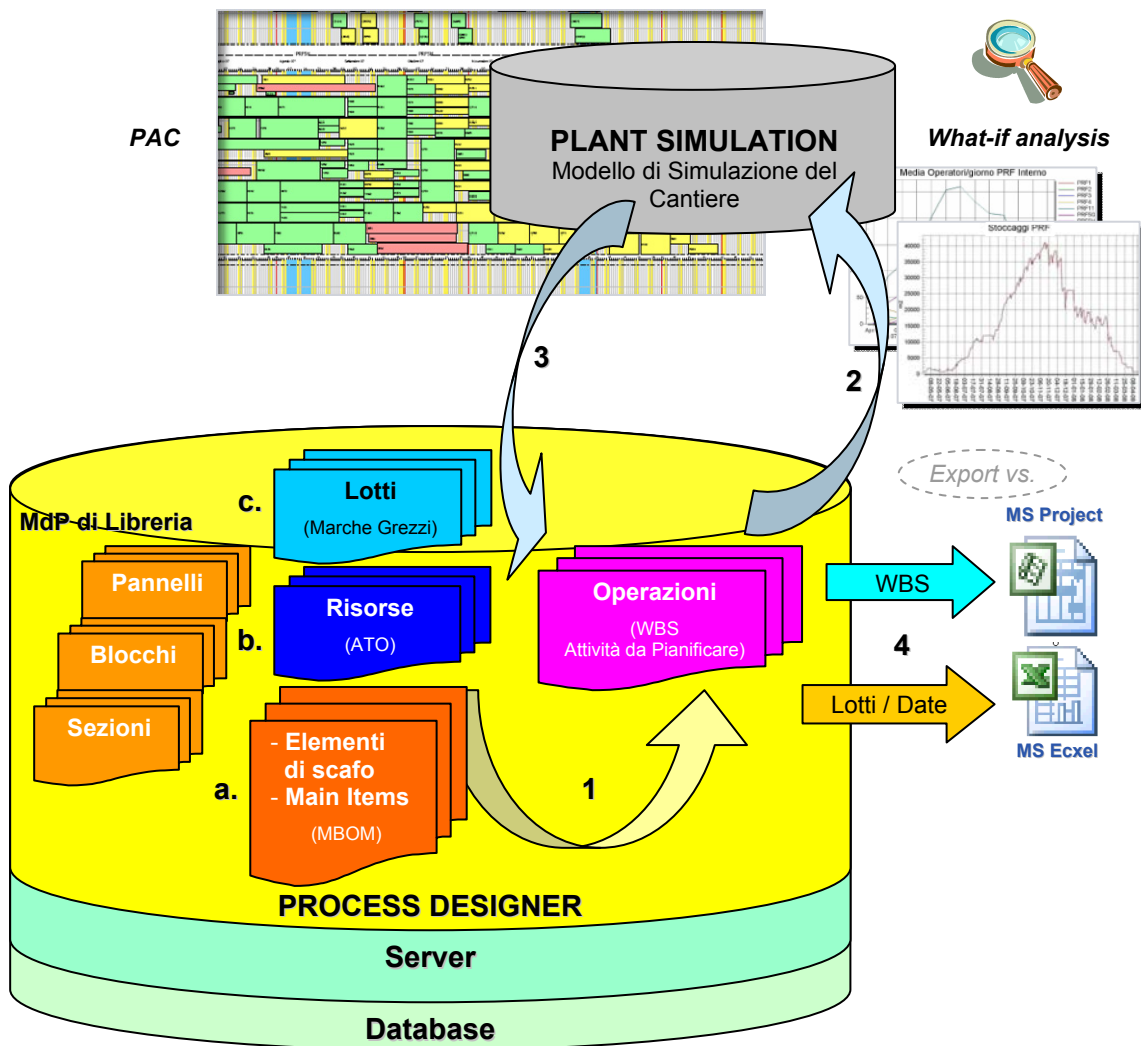


Fig. 3.6 - Architettura del sistema Tecnomatix.

Per descriverne la logica di funzionamento, si può iniziare dicendo che lo strumento si focalizza sullo studio di fattibilità della programmazione delle attività delle officine di costruzione dello Scafo. Il suo utilizzo presuppone lo scambio dei dati, gestiti nel database, tra gli Enti preposti alla programmazione ed esecuzione delle attività scafo.

Come esposto precedentemente nel Capitolo 2 e rappresentato precedentemente in Fig. 3.1, è possibile dividere il processo in 3 macro scenari corrispondenti alle principali attività:

- la P.E. di 1° Livello (fase preliminare), dalle attività di suddivisione nave (zonificazione) alla definizione del Programma Imbarchi e del Target, sviluppata da DN-MET;
- la P.E. di 2° Livello (fase di dettaglio), dalla P.E. di dettaglio dello Scafo a quella di Allestimento, alla documentazione programmatica di dettaglio, sviluppata da STA-MET con la collaborazione di personale COP e dei Centri Produttivi (in particolare MAS; si veda § 1.5);
- la gestione operativa (piani mensili, ore a consuntivo, ecc.), di competenza del COP.

Per una “Nave Prototipo”, lo strumento consente di mettere a disposizione della P.E. di 1° livello, attraverso la Libreria di Mappe di Processo, un database da utilizzare in questa fase preliminare. I dati contenuti nel database (*Mappe di Libreria* e *Mappe specifiche* di navi di riferimento per le quali si vede la possibilità di riutilizzo per la nuova costruzione prototipo a fronte di alcune modifiche, per esempio dimensionali, di peso, ecc.), consentono di definire e studiare fin da subito una distinta di scafo fino al grado di Pannello e Sottoassieme che, seppure costituita con elementi non ancora perfettamente dettagliati, è già sufficientemente precisa da permettere studi avanzati sull'impatto che la nuova costruzione avrà sulle varie officine del cantiere prescelto, così da definire un Programma Imbarchi ed un Target i più realistici possibile.

All'emissione del Target ufficiale, tutto questo lavoro svolto dall'Ente Metodi Centrale (P.E. di 1° Livello) viene quindi trasferito dal sistema centrale a quello installato nel cantiere individuato per la costruzione. Qui l'Ente Metodi di Stabilimento (STA-MET) provvede a dettagliare le informazioni inizialmente acquisite, aggiornando le distinte di Sezione o di Blocco, modificando i valori di peso e/o dimensioni in sintonia con lo sviluppo dei Cicli di Lavoro veri e propri della commessa in esame.

Con il procedere del lavoro di P.E. si passa quindi da una distinta “standard” ad una distinta definitiva della nuova commessa, contenente i valori definitivi di tutti gli elementi scafo che costituiranno la costruzione (pesi e dimensioni ben definiti, maggiorazioni di ore lavoro o di tempi di attraversamento dovute allo Stabilimento specifico, ecc.).

Questa distinta è la base sulla quale sviluppare la documentazione programmatica necessaria allo sviluppo delle attività di costruzione dello scafo. A questo punto, infatti, l'Ente Controllo della Produzione (COP), prende in carico il file di dati fin qui generato e lo utilizza per la gestione operativa della commessa (distribuzione del lavoro tra risorse interne e risorse esterne fino alla

definizione ed emissione delle “cedole”; si veda § 1.4.3).

Per una “Nave Ripetuta”, invece, si può usufruire di tutto il lavoro di dettaglio già svolto in precedenza per il Prototipo da cui deriva, andando a modificarlo secondo i parametri di programma della nuova costruzione.

Grazie alle informazioni di dettaglio disponibili, è possibile simulare sin da subito la costruzione della nave o parte di essa<sup>21</sup> (un Troncone, una Sezione o dei Blocchi Sciolti) nello Stabilimento prescelto e verificare i carichi di lavoro indotti e i tempi di attraversamento per tutte le aree.

Così facendo, si può generare in semi-automatico il Programma di Allacciamento Centri (PAC) e il Programma di Dettaglio delle varie officine NAV, PRF, PRS e MON. Inoltre, vengono anche indicati i tempi necessari al Pre-Allestimento (S.R. 6000 ed S.R. 7000) e le date di occorrenza dei documenti di lavoro degli Uffici Tecnici.

Il PAC, simulato e verificato sul modello virtuale del cantiere (in “Plant Simulation”), evidenzia immediatamente eventuali problemi o criticità. In questo modo diventa la base sulla quale elaborare soluzioni alternative (*What-if analysis*).

Questa programmazione è poi esportabile in “MS Project”.

Alla fine, il lavoro eseguito in cantiere (da STA-MET e COP-PL1), in particolare per quanto riguarda la distinta e la creazione di nuove Mappe se necessarie, ritorna a DN-MET e costituisce la base per studi e lavori successivi.

Tutte le informazioni e le Mappe di Processo vengono gestite e strutturate all’interno di un unico database centrale accessibile a vari livelli secondo un opportuno meccanismo di autorizzazioni, e trasferito periodicamente o all’occorrenza ai vari Stabilimenti (database degli stabilimenti).

Il PAC, come descritto in precedenza (si veda § 2.3 e § 3.3.2), riassume la programmazione di tutte le attività di scafo che vengono distribuite nelle diverse ATO dello Stabilimento. Ora, la possibilità di generare un PAC Preliminare grazie al sistema di simulazione Tecnomatix e alle librerie di Mappe di Processo dà l’opportunità di:

- verificare la fattibilità di una Nave Prototipo su tutte le aree dello Stabilimento,
- eseguire la Programmazione di dettaglio di una Nave Ripetuta,

in tempi molto anticipati rispetto al metodo tradizionale completamente manuale.

### 3.5 “Use Case” operativi del sistema

Si è visto come il punto di partenza delle attività di P.E. sia la definizione della scomposizione (zonificazione) del nuovo scafo da realizzare, con l’obiettivo di ottimizzare la suddivisione

---

<sup>21</sup> Il sistema è stato sviluppato in modo da permettere anche una gestione *multi-commessa*. La commessa cioè non è più necessariamente un’intera nave ma anche solo una parte di essa (Troncone, Sezione e Blocchi Sciolti). In questo modo è possibile pianificare non solo la singola costruzione nave, ma anche quant’altro insiste sulla produzione dello Stabilimento.

interna della nave e sfruttare al meglio le potenzialità del cantiere senza superare i limiti delle strutture degli impianti.

La scomposizione è di tipo *top-down* e suddivide la nave in Zone, Sezioni, Blocchi, Sottoblocchi, Pannelli e Sottoassiemi. Per questi ultimi, vengono poi identificati i Pezzi Elementari di Officina Navale (NAV) che li costituiscono (cioè lamiere, squadre, profili laminati, ecc.). Infine, per garantire la corretta programmazione delle attività di officina, i Pezzi Elementari vengono raggruppati in Lotti di produzione.

Ogni Lotto comprende tutti i materiali necessari alla costruzione di uno o più Blocchi.

A questo punto, con un processo inverso, cioè *bottom-up*, è possibile programmare ogni singolo oggetto che costituisce "l'albero" della costruzione in funzione dei suoi vincoli (disponibilità di materiali, tipologia, peso, dimensioni e data di consegna) ottimizzando il lavoro delle singole officine del cantiere.

La programmazione delle attività di assemblaggio dei Blocchi è la base per operare la programmazione delle attività di PRF ("Programma di PRF") ed è determinante per stabilire l'input alla programmazione dell'Officina Navale (NAV) per il "Piano Rilascio Lotti".

Il "Programma di PRF" è derivato dal "Piano di Prefabbricazione Sezioni" ("Programma di PRS") che a sua volta dipende dal "Programma Imbarchi" vero e proprio.

Sulla base di questa logica e di quanto esposto nei paragrafi precedenti, è ora possibile descrivere la sequenza di operazioni che vanno eseguite a Tecnomatix, andando quindi a illustrare gli "use case" operativi del sistema.

L'ordine di esposizione seguirà quello che effettivamente si sviluppa lavorando sul sistema.

### 3.5.1 Creazione della Distinta di Prodotto: il Product Tree

La Distinta di Prodotto (*Product Tree*) è la distinta di scafo della nave ed è una struttura ad albero visualizzata nel sistema da icone di colore arancione (si veda la "cartella a." all'interno di Process Designer schematizzata nella Fig. 3.6).

Dopo aver selezionato la cartella in cui si vuole sviluppare il progetto (in Fig. 3.7 la cartella "Navi"), si inizia con il creare manualmente un oggetto di tipo **Nave**, che rappresenta la distinta di scafo vuota e che ora bisogna andare a popolare. Tale oggetto è indicato con l'icona "nave arancione" evidenziata in Fig. 3.7.

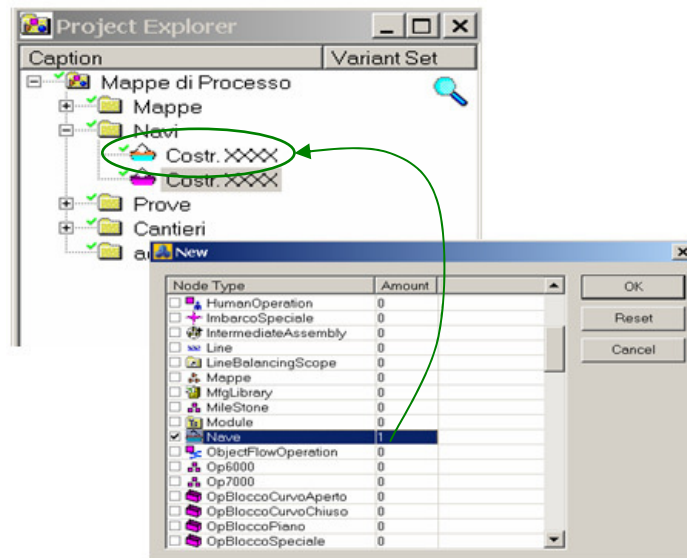


Fig. 3.7 - Creazione degli oggetti; in questo caso dell'oggetto *Nave*.

All'interno dell'oggetto *Nave*, si vanno quindi a generare tanti oggetti di tipo *Zona* quante sono le *Zone* in cui è suddivisa la nave. Allo stesso modo, all'interno delle singole *Zone* si creano gli oggetti *Blocco Sciolto* (cioè quei Blocchi che per esigenze costruttive non vengono assemblati in Sezione ma direttamente imbarcati in bacino o su scalo: ad esempio un Blocco di copertura di una Sezione del fondo in cui si troveranno i motori Diesel-generatori e che, per questo motivo, deve essere lasciata aperta per consentirne l'imbarco). Per ogni oggetto che viene creato, si completa la sua fase di inizializzazione compilando alcuni campi necessari come il nome (ciascuna *Zona* viene nominata con la propria lettera identificativa; si veda § 2.3) ed eventualmente le dimensioni e il peso.

Successivamente, tramite una semplice operazione di "selezione e trascinamento" (*Drag&Drop*) ciascuna *Zona* viene popolata con oggetti *Sezione*, mentre i Blocchi Sciolti vengono popolati con oggetti *Blocco*. Questi oggetti (le *Sezioni* e i Blocchi) sono le *Mappe di Processo* che meglio rappresentano, sia per tipologia sia per range di dimensioni, le *Sezioni* e i Blocchi in cui è stata suddivisa la nave.

Nello specifico, si avranno quindi:

- oggetti *Zona* popolati con MdP di *Sezioni* (a loro volta composte da MdP di Blocchi);
- oggetti *Blocco Sciolto* popolati con MdP di Blocchi.

Alla fine, la struttura che si ottiene è la seguente:

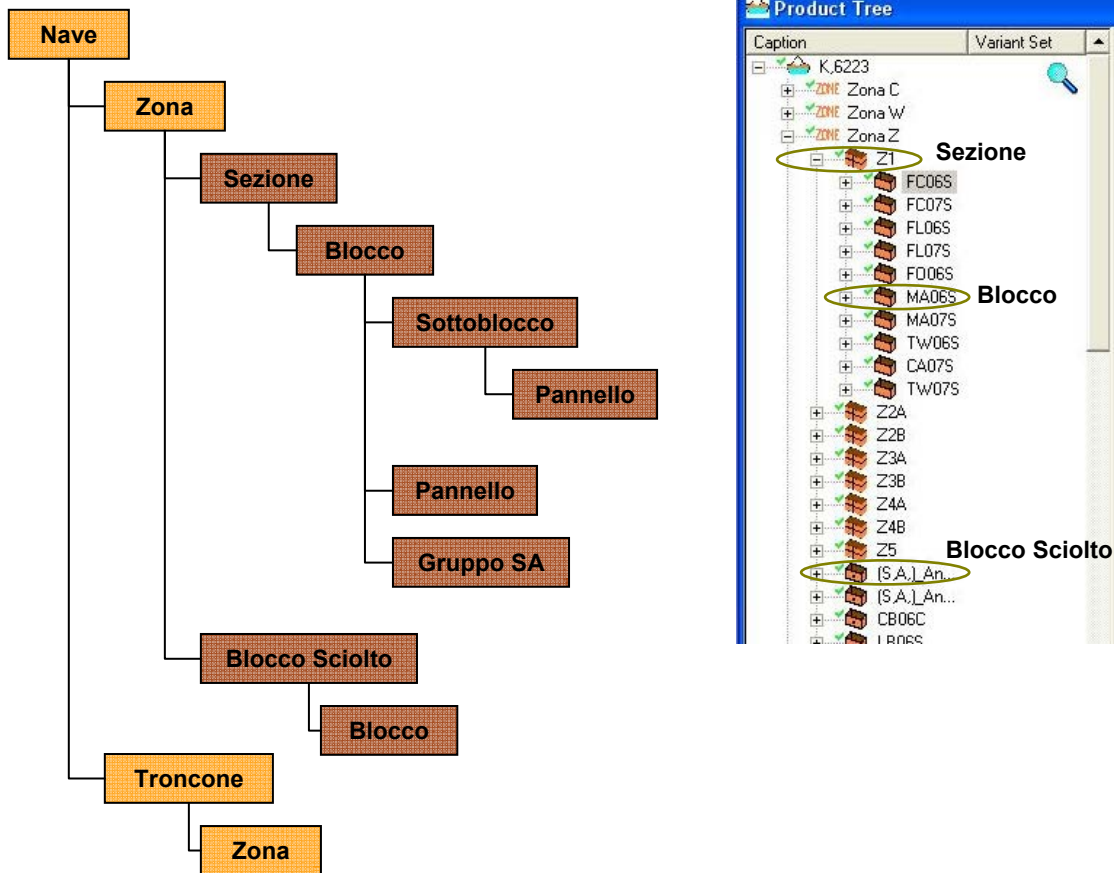


Fig. 3.8 – Struttura (a sinistra) e visualizzazione a sistema (a destra) della distinta di scafo: *Product Tree*.

Questa struttura è rigida, nel senso che tutti gli oggetti Zona dovranno essere contenuti sempre e solo in oggetti Nave o Troncone, che tutti gli oggetti Sezione dovranno sempre e solo essere contenuti all'interno di oggetti Zona, e così via.

Attraverso l'operazione di *Drag&Drop* si crea un'istanza della Mappa nella distinta di scafo della nave, cioè un legame tra le informazioni della nave e quelle presenti nella Mappa. Gli oggetti presenti nella distinta di scafo sono cioè ottenuti a partire dalle Mappe (di Sezioni e Blocchi) ma, più che una copia di queste, sono un'immagine delle informazioni contenute nelle stesse.

Infatti, una volta istanziato nella distinta di scafo della nave, l'elemento non è più il generico elemento di Mappa ma diventa l'oggetto specifico della distinta di scafo di quella nave, ovvero quella determinata Sezione, quel determinato Blocco, ciascuna/o con il suo vero nome (il codice identificativo secondo i criteri di codifica scafo Fincantieri).

Ogni nuovo elemento di distinta così creato, riporta tutte le informazioni della Mappa da cui deriva oltre ad alcune informazioni aggiuntive. Infatti, nel caso la Mappa di origine sia una **Mappa di Libreria**, questa riporta solo alcune informazioni generali, come ad esempio un range di dimensioni (e non le dimensioni effettive), un peso stimato, alcuni dati di processo standard, ecc. Ora, invece, nell'elemento istanziato si vanno a inserire i pesi e le dimensioni effettive e i dati di processo propri di quell'elemento (eventuali maggiorazioni di ore lavoro o di tempi di

attraversamento dovute al cantiere specifico, ecc.). Per quanto riguarda il nome, di default il sistema compila questo campo con il Codice di Mappa. Con riferimento a quanto detto sopra, compito dell'utente è attribuire all'oggetto il nome corretto che lo identifichi all'interno della distinta.

Se invece la Mappa utilizzata deriva da una *Libreria di Navi di riferimento* (quindi da una Nave Ripetuta), ecco allora che si tratterà di una **Mappa specifica della nave** e si potranno avere due casi:

- la nave da costruire è una "Ripetuta": allora l'unica voce da modificare sarà soltanto il nome dell'elemento (che dovrà essere riferito ai Blocchi/Sezioni della nuova nave). Eventualmente saranno fatte anche altre modifiche sulla base di studi e/o riscontri avuti sulla nave precedente.
- la nave da costruire è un "Prototipo": in questo caso, il motivo per cui si utilizza una Mappa specifica di una commessa già costruita è perchè si riscontrano molti elementi costruttivi simili e conviene quindi utilizzare una Mappa già ben dettagliata (soprattutto per quanto riguarda tutti i dati di processo) piuttosto che ridefinirne da zero una di Libreria. Le voci da modificare saranno infatti comunque di meno, in particolare il nome, le dimensioni e il peso.

### 3.5.2 Creazione della Distinta di Pianificazione (WBS Attività): l'Operation Tree

A partire dalla Distinta di Prodotto (il *Product Tree*), il sistema è in grado di produrre/aggiornare in modo automatico una Distinta di Pianificazione delle attività legate alla costruzione dello scafo.

La Distinta di Pianificazione (o di Processo) è rappresentata nel sistema con un *Operation Tree* (albero delle operazioni) caratterizzato da icone di colore viola (si vedano le Fig. 3.6 e Fig. 3.9). Si tratta di una struttura parallela, non del tutto simile a quella di prodotto, necessaria per gestire le operazioni che non hanno una corrispondenza fisica nella distinta dello scafo, come ad esempio l'operazione di allineamento della linea d'assi, la gestione dei Lotti di produzione in Officina Navale (NAV), la consegna della documentazione e così via.

L'opportunità di gestire una struttura di oggetti di tipo "operazione" è anche data dalle rispettive funzionalità e attributi presenti nel sistema: collegamento a oggetti di tipo "risorsa" (*Resource Tree* – colore blu; si veda Fig. 3.6 e di seguito § 3.5.4), creazione di vincoli/flussi tra operazioni (sequenze).

La Distinta di Pianificazione è creata automaticamente dal sistema a partire dalla Distinta di Prodotto: per ogni oggetto presente nel *Product Tree* il sistema crea la corrispondente operazione all'interno della distinta di pianificazione (*Operation Tree*). **Al momento della creazione le due strutture sono del tutto equivalenti, solo costituite da oggetti diversi caratterizzati da parametri e proprietà differenti.**

Per creare la Distinta di Pianificazione si procede in modo analogo a quanto fatto per la Distinta di Prodotto: nella cartella in cui si è creata la Distinta di Prodotto si genera manualmente un nuovo oggetto, questa volta di tipo *OpNave* (“nave viola”; si veda la Fig. 3.7) che rappresenta la Distinta di Pianificazione vuota. Quindi, con un’operazione di *Drag&Drop*, si trascina l’icona rappresentante la Distinta di Prodotto (“nave arancione”) nel campo sopra il tasto “Dati Di Processo: Aggiorna” della tab “Gestione Distinta” (Fig. 3.9). A questo punto si aggiorna la Distinta di Processo con il comando “Albero Di Processo: Aggiorna”.

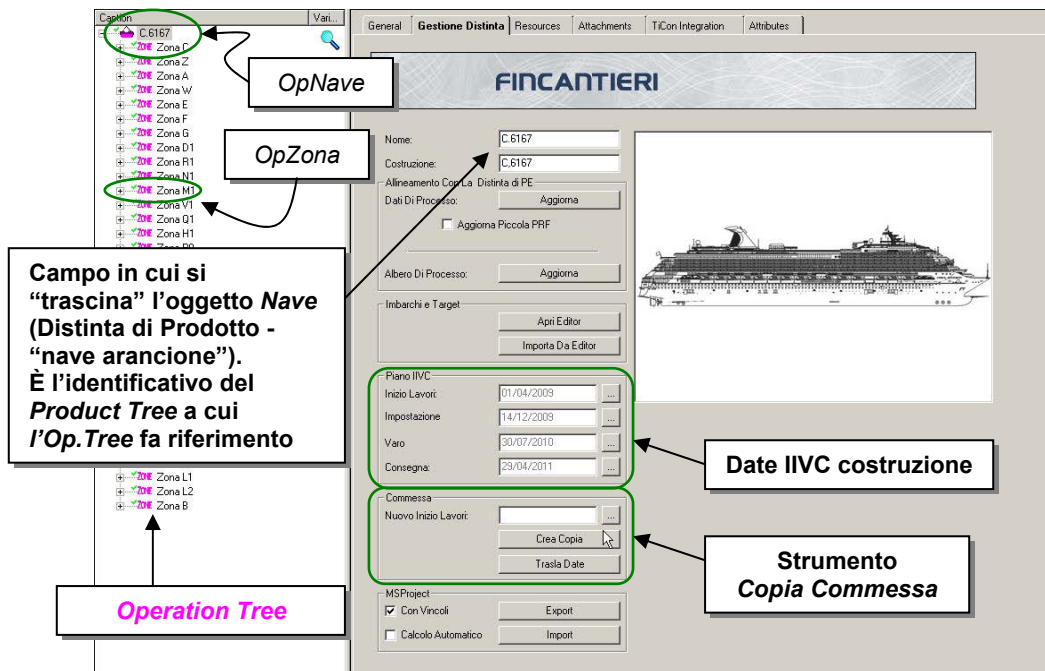


Fig. 3.9 - Creazione della Distinta di Pianificazione.

In questo modo si associa il *Product Tree* all’*Operation Tree* che si intende creare, permettendo così che la nave per cui è stata sviluppata la Distinta di Prodotto (“nave arancione”) diventi la “nave di riferimento” per la Distinta di Pianificazione (“nave viola”): per ogni oggetto presente nella Distinta di Prodotto, il sistema crea la corrispondente operazione all’interno della Distinta di Pianificazione.

Con l’aggiunta delle operazioni non direttamente legate alla Distinta di Prodotto, con la definizione dei vincoli di sequenza e dei Lotti di NAV e PRF (si veda di seguito § 3.5.8), queste due strutture andranno sempre più a differenziarsi, mantenendo però sempre l’intimo legame che le caratterizza.

Ogni operazione nell’*Operation Tree* eredita dal corrispondente oggetto del *Product Tree* alcune informazioni:

- il nome;
- l’attraversamento: è l’attraversamento impostato o calcolato dal sistema nella tab “Dati di Processo” della Mappa dell’elemento (Fig. 3.5). Si tratta di un’informazione



modificabile sia sulla Distinta di Prodotto che direttamente sulla Distinta di Pianificazione, ma con significato differente: l'attraversamento indicato sulla Distinta di Prodotto, infatti, è l'attraversamento di Mappa, ovvero il tempo necessario a costruire l'oggetto in condizioni standard e con una risorsa standard. L'attraversamento indicato sulla Distinta di Pianificazione, invece, è l'attraversamento programmato, ovvero il tempo di occupazione area/risorsa effettivamente programmato. I due dati inizialmente coincidono ma poi possono differenziarsi.

- **la durata del Pre-Allestimento residuo** (per Blocchi e Sezioni);
- **la Mappa di Riferimento**;
- **l'immagine dell'elemento**.

Le varie tipologie di oggetti presenti nella Distinta di Pianificazione sono caratterizzate da attributi specifici, necessari alla creazione del Programma Imbarchi, del Target e del Programma Allacciamento Centri (PAC).

Gli attributi gestiti nel pannello "Gestione Distinta", a seconda dell'oggetto selezionato, sono (si veda Fig. 3.9):

Per l'oggetto *OpNave*:

- l'identificativo della struttura nave (*Product Tree*) al quale la Distinta di Pianificazione fa riferimento;
- le quattro date del piano IIVC.

Per gli oggetti *OpZona*:

- le milestones definite nel Target.

Per gli oggetti *OpSezione* (in ogni oggetto *OpZona* ci saranno tanti oggetti *OpSezione* quante sono le Sezioni in cui si è suddivisa quella Zona):

- la data di imbarco;
- il tempo di attraversamento;
- il posizionamento in nave (anello inizio/fine);
- la durata del montaggio;
- le ore di montaggio.

Infine, per l'oggetto *OpNave*, esiste il comando "Copia Commessa" (vd. Fig. 3.9 e Fig. 3.10 qui di seguito) creata allo scopo di riutilizzare le strutture di Prodotto e Pianificazione già create per una nave precedente, per esempio per generare una Nave Ripetuta o semplicemente per esplorare alternative di processo e/o di pianificazione.

Con questo strumento si vanno a creare automaticamente le copie sia della Distinta di Prodotto che di Processo, con la possibilità di inserire una traslazione temporale (tutte le date collegate

all'*Operation Tree* vengono incrementate o diminuite con lo stesso valore).

E' inoltre possibile effettuare anche solo la traslazione delle date, senza necessariamente creare una copia della nave.

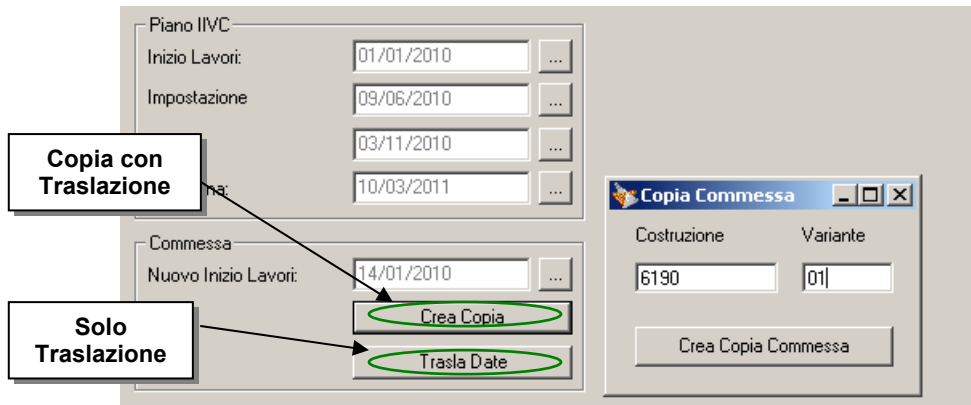


Fig. 3.10 - Strumento *Copia Comessa*.

### 3.5.3 Definizione del Calendario

La definizione del calendario si effettua a livello di progetto, cioè tutte le pianificazioni presenti all'interno del progetto utilizzano lo stesso calendario.

Il calendario utilizzato dal sistema è sempre quello indicato come attivo e le impostazioni computate si riflettono sulle logiche di gestione del Programma Imbarchi, del Target e in generale su tutta la programmazione della produzione.

I dati del calendario sono dunque fondamentali, in quanto permettono di pianificare prima e programmare poi tutte le attività sulle giornate lavorative effettivamente disponibili.

La gestione del calendario permette di:

- impostare giorni, normalmente lavorativi, come non lavorativi (da lunedì a venerdì; colore rosso);
- impostare come lavorativi i giorni normalmente feriali (sabato, domenica; colore giallo);
- gestire diverse versioni di calendario, selezionando quella che si desidera dalla lista "Scelta Calendario" (si veda Fig. 3.11);
- aggiungere nuovi calendari alla lista;
- copiare, rinominare e cancellare versioni di calendario presenti;
- importare /esportare i dati contenuti nel calendario da e verso altri progetti.

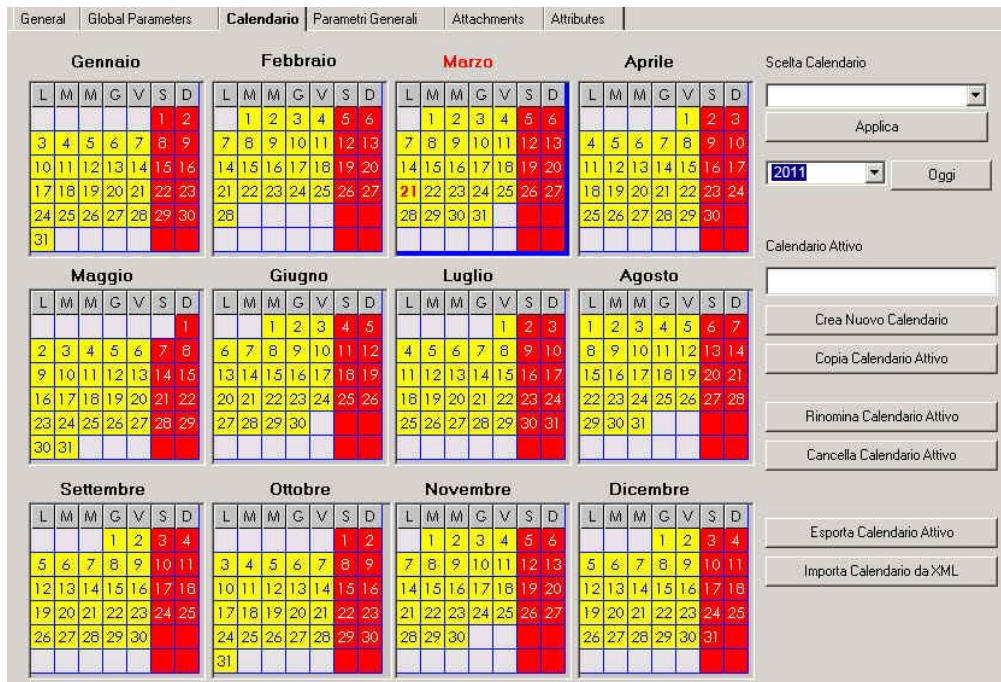


Fig. 3.11 - Definizione del calendario. Giorni non lavorativi in rosso, giorni lavorativi in giallo.

### 3.5.4 Definizione del Cantiere

Ogni cantiere del Gruppo è descritto all'interno di Process Designer dal *Resource Tree* (struttura ad albero delle risorse) caratterizzato da icone blu.

I cantieri sono pre-impostati: ad ognuno, cioè, è associato un modello di simulazione presente all'interno di Plant Simulation, che ne rappresenta particolarità e potenzialità.

Per ogni area del cantiere, vanno verificate le **Preferenze standard di Mappa** computate nella tabella presente sotto la tab "Preferenze", come nell'esempio riportato in Fig. 3.12.

Le voci nelle tre colonne sono:

- **Mappa:** sono i primi due caratteri della Mappa (si veda § 3.3.1; ad es. BP = Blocco Piano), che classificano l'elemento (e la relativa attività) secondo la sua tipologia;
- **Preferenza:** valore compreso tra 0 e 1.  $1 = \text{preferenza massima}$ ,  $0 = \text{preferenza nulla}$  (non assegnabile). Indica la preferenza assegnata a una risorsa per svolgere una determinata attività (ad esempio alla risorsa "Linea Blocchi Piani" sarà assegnata preferenza 1 per i Blocchi Piani mentre 0.9 per i Blocchi Curvi);
- **Coefficiente:** è un "coefficiente di prestazione" associato al Codice di Mappa (da non confondere con il "Coefficiente di Sovrapposizione" visto in § 3.3.1), maggiore o minore di 1. Tutte le ore e le durate delle attività caratterizzate da quel determinato Codice di Mappa e assegnate a quella determinata area, verranno moltiplicate per lo specifico Coefficiente associato. La funzione di questo Coefficiente è permettere di calcolare automaticamente la differenza di attraversamento che si verifica tra l'eseguire una

determinata attività in un'area o in un'altra. Il tempo di attraversamento associato a ogni attività è quello riferito all'area di massima preferenza: in questo modo, quando si andrà ad eseguire la simulazione, se il sistema assegnerà un'attività a un'area a preferenza minore, il tempo che il sistema considererà necessario per il completamento dell'attività sarà l'attraversamento moltiplicato per il coefficiente di prestazione (che in questo caso sarà chiaramente  $>1$ ).

General **Preferenze** Operations Attachments Attributes

**FINCANTIERI**

Preferenze specifiche per la risorsa L2

Mappa	Preferenza	Coefficiente
BP	0.1	1
CA	0.7	1
CP	0.9	1
CC	1	1
CL	1	1
IN	0.1	1
FL	1	1
FC	1	1
FO	0.8	1
FP	0.5	1
BR	0.8	1
CM	0.8	1
FM	0.8	1
PG	0.8	1
SO	0.8	1
TE	0.8	1

Applica  
Annulla

**Fig. 3.12** - Esempio di definizione delle preferenze associate a determinate MdP in relazione a una determinata area nel cantiere di Monfalcone.

L'operazione per associare la nave allo Stabilimento è semplice: definita la Distinta di Pianificazione, si seleziona il Stabilimento in cui è stata prevista la costruzione quindi, con un'operazione di *Drag&Drop*, la si trascina nella tab "Operations" (si veda Fig. 3.13).

L'assegnazione della Distinta di Pianificazione allo specifico Stabilimento comporta la pianificazione e programmazione delle attività di costruzione della nave secondo le potenzialità di quel cantiere. In particolare, ad ogni elemento viene associata la sua area di fabbricazione in funzione della propria tipologia (Codice di Mappa) ed in base alle preferenze assegnate come descritto in precedenza.

E' possibile associare ad un cantiere quante commesse si vuole contemporaneamente. Tutte le

commesse associate verranno esportate contemporaneamente al simulatore e compariranno sui vari output che questo fornisce.

A questo punto, è possibile andare a definire il Programma Imbarchi.

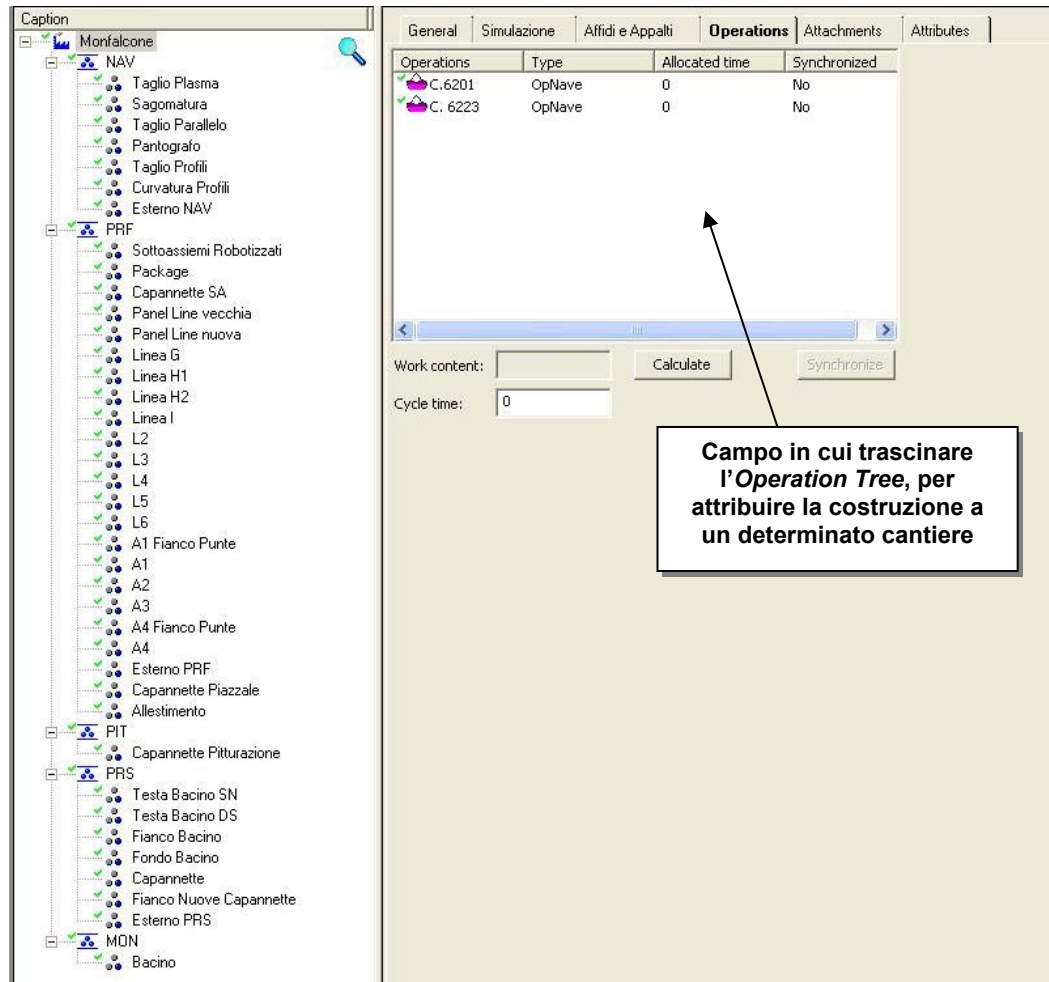


Fig. 3.13 - Esempio di navi associate al cantiere di Monfalcone.

### 3.5.5 Editing del Programma Imbarchi

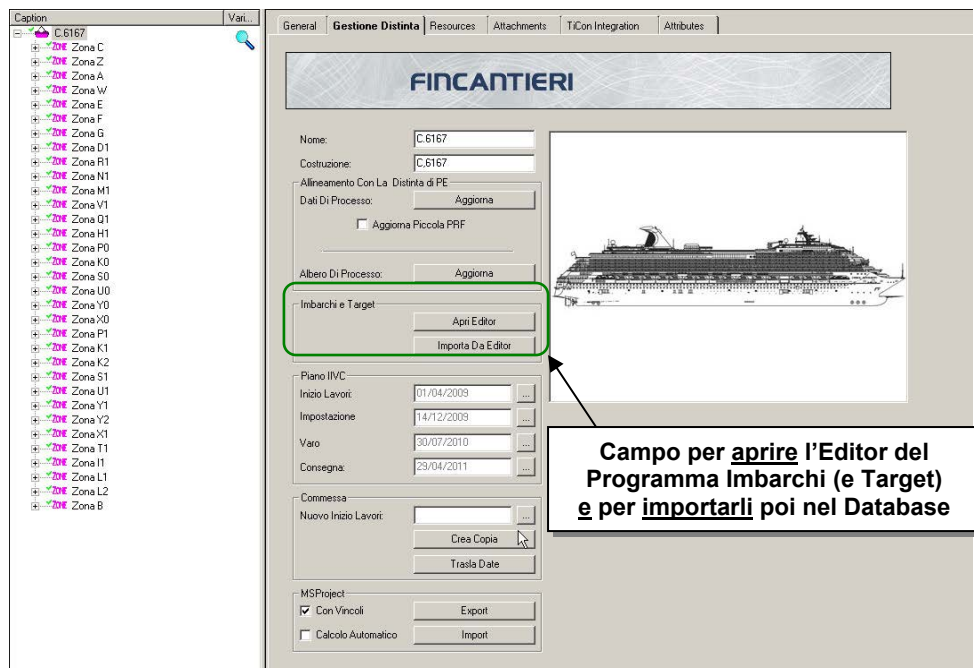
L'ambiente di editing del Programma Imbarchi e del Target è Plant Simulation, lo stesso nel quale sarà svolta la simulazione, così da poter avere un'immediata verifica del Programma Imbarchi che si vuole realizzare.

Prerequisiti fondamentali per poter realizzare correttamente un Programma Imbarchi e un Target è che all'interno di Process Designer:

- sia stata **definita la Distinta di Prodotto** (almeno al livello di Zone, Sezioni e Blocchi Sciolti; § 3.5.1) ;
- sia stata **creata una prima Distinta di Pianificazione** (§ 3.5.2);

- siano state **inserite le date di IIVC** sull'oggetto *OpNave*;
- sia stato **associato il cantiere** alla Distinta di Pianificazione (§ 3.5.4);
- sia stata **specificata la posizione in Anelli per tutte le Sezioni**;
- sia stato **definito un calendario** (§ 3.5.3).

Dalla Distinta di Pianificazione si accede all'ambiente di editing/simulazione (si veda Fig. 3.14) nel quale è possibile costruire la sequenza di imbarco dei vari oggetti (Sezioni, Blocchi Sciolti e Main Items) e definirne le date di imbarco per via grafica, semplicemente trasladoli lungo l'asse temporale.



**Fig. 3.14** - Esempio di Distinta di Pianificazione con evidenziato il comando per accedere all'editor per il Programma Imbarchi e Target.

Il Programma Imbarchi infatti, come è già stato anticipato nel Capitolo 2, è in formato grafico. In alto, in ascissa, è riportato l'asse temporale secondo il calendario definito precedentemente in Process Designer. Viene inoltre indicato il progressivo dei giorni lavorativi a partire dall'Impostazione in bacino e attraverso delle caselle nere se, nel giorno corrispondente, è programmato o meno un imbarco. Nella seguente Fig. 3.15 si riporta un particolare di tale asse temporale.

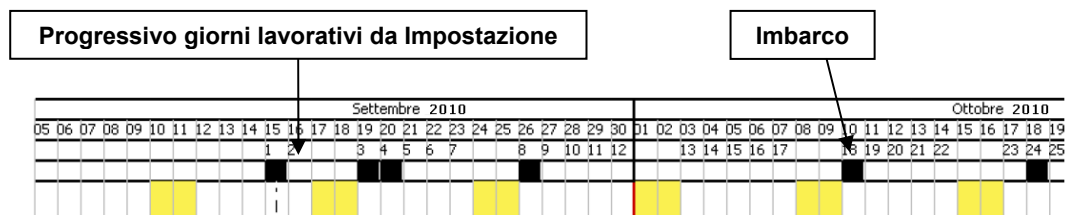


Fig. 3.15 - Particolare dell'asse temporale del Programma Imbarchi.

In basso invece, sempre in ascissa, si trova la tabella riassuntiva del carico di lavoro, riportante il numero di Sezioni imbarcate, il numero di Blocchi imbarcati, il totale di tonnellate imbarcate a settimana, il totale delle tonnellate/mese date in appalto, le tonnellate/mese interne, il totale di tonnellate/mese, il montante (tonnellate totali del mese sommate alle tonnellate totali già imbarcate). Nella figura seguente (Fig. 3.16) si riporta particolare della tabella riassuntiva.

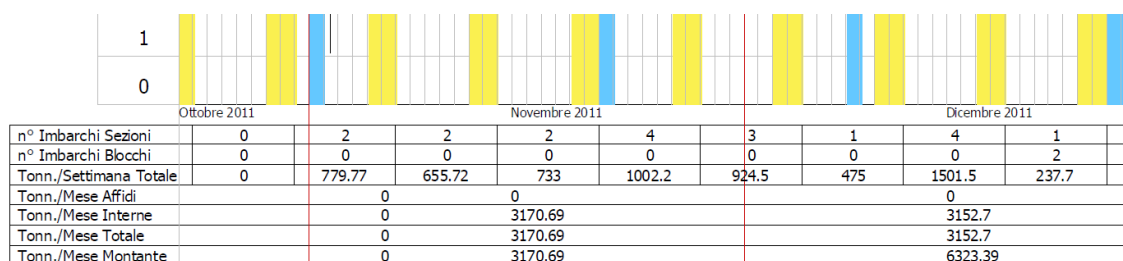


Fig. 3.16 - Tabelle riassuntive riportate in basso nel Programma Imbarchi.

In ordinata, è riportata la numerazione (da poppa a prora; § 2.3) degli Anelli in cui è suddivisa la nave.

Nell'editor è possibile:

- modificare le date di Impostazione (inizio bacino) e Varo;
- spostare sull'asse temporale gli imbarchi, andando così a definire una data di imbarco e la distanza temporale tra un imbarco e l'altro;
- spostare automaticamente tutti gli imbarchi, o traslandoli rigidamente o comprimendo i tempi, ma con rispetto dei vincoli di sequenza imposti (i "rami").

L'editor calcola in automatico le tonnellate/mese imbarcate per tutta la durata del bacino.

Tutti gli imbarchi presenti nella Distinta di Pianificazione sono rappresentati graficamente e posizionati sul grafico in corrispondenza della posizione "a bordo" della nave (cioè in corrispondenza dell'Anello nave di appartenenza) e della data di imbarco definita. Sul grafico viene inoltre riportato il nome dell'oggetto imbarcato ed il suo peso, coerentemente con i dati presenti nella Distinta di Prodotto e in quella di Pianificazione.

Nel caso in cui nella Distinta di Pianificazione non sia stata definita una data per l'imbarco, l'oggetto viene posizionato alla data di Impostazione, da dove è poi possibile traslarlo "in avanti" per posizionarlo in corrispondenza di una data specifica.

A questo proposito, onde evitare di avere tutti gli imbarchi accumulati sulla data di

Impostazione, per mezzo del “Programma Imbarchi Mensile Preliminare” (§ 2.3) si usa in genere attribuire già nella Distinta di Pianificazione una data d'imbarco comune a tutte le Sezioni il cui imbarco è previsto nello stesso mese. All'apertura dell'editor, gli imbarchi saranno quindi già allineati per mese e sarà poi compito del pianificatore spostarli sul diagramma e associarli a una data specifica.

**L'associare ogni imbarco a una data specifica, porta alla definizione delle date limite di produzione delle Sezioni** da imbarcare e rappresenta il cardine del primo ciclo iterativo di programmazione delle attività di scafo. Visto l'elevato contenuto di know-how necessario per lo svolgimento di questa attività, questa è stata esclusa dalle logiche di simulazione del sistema, evitando di modellizzare le numerose variabili che influiscono sul processo di costruzione della nave durante la fase di bacino, mantenendola completamente a carico dei responsabili della programmazione.

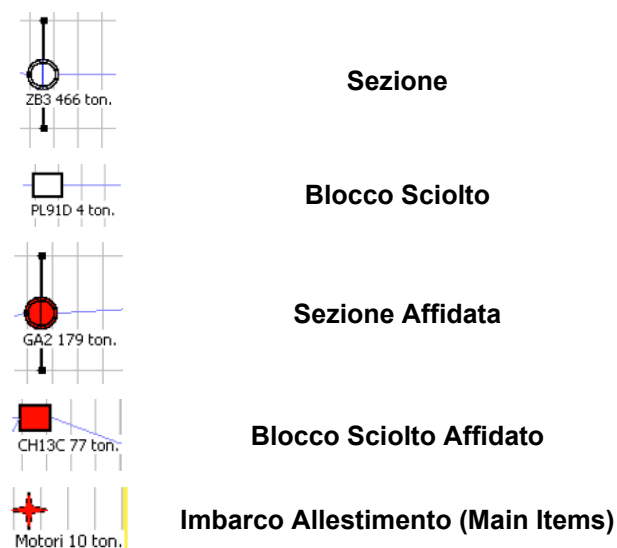
Infine, per definire una sequenza di imbarchi che rispetti i vincoli delle sequenze costruttive delle Sezioni e dei Blocchi Sciolti presenti sul Programma Imbarchi, si inseriscono manualmente i legami tra i vari elementi, cioè i “rami” del diagramma. Si stabiliscono cioè i “vincoli di sequenza” prima citati, così da vincolare eventuali successivi riposizionamenti temporali e aggiornamenti del programma.

I colori delle caselle temporali hanno il seguente significato:

- **bianco:** giorno feriale lavorativo (lunedì-venerdì);
- **blu:** giorno feriale non lavorativo (lunedì-venerdì);
- **giallo:** sabato o domenica non lavorativo;
- **verde:** sabato o domenica lavorativo.

Per spostare gli imbarchi è sufficiente selezionare l'imbarco con il mouse e trascinarlo.

Sul grafico sono rappresentate 3 tipologie di imbarco con 3 differenti simboli che possono avere colori diversi a seconda che siano stati affidati in appalto o meno:



Tab. 3.2 - Oggetti presenti sul Programma Imbarchi.



**Non è possibile aggiungere o togliere imbarchi, o modificarne la tipologia (per esempio da Sezione a Blocco Sciolto): il grafico è una diretta conseguenza della Distinta di Pianificazione costruita in Process Designer, a sua volta conseguenza della Distinta di Prodotto della nave, e solo in questa è possibile effettuare queste modifiche.**

E' invece possibile scegliere se uno degli oggetti presenti sul grafico sia dato in affido o meno. Nella figura seguente si riporta un esempio di Programma Imbarchi per una nave da crociera realizzata con la tecnica della jumboizzazione. Un primo troncone cioè (reticolo a sinistra) è stato realizzato in un Stabilimento diverso da quello assegnato alla Costruzione, per poi essere trasportato via mare nel cantiere assegnatario della commessa, dove è stato unito al resto della Costruzione.



**Fig. 3.17** - Esempio di Programma Imbarchi (interfaccia grafica).

Una volta che saranno definiti il Programma Imbarchi e il Target, questi verranno importati nel database di Process Designer ed allegati alla Distinta di Pianificazione, così da essere consultabili in qualsiasi momento direttamente da Process Designer senza bisogno di attivare l'editor.

### 3.5.6 Verifica del Programma Imbarchi sull'Officina di Premontaggio: Simulazione PRS

#### Introduzione ai Modelli di Simulazione del Sistema

Per una più chiara comprensione di quanto si dirà in seguito, è bene fare un'introduzione sui modelli e sui criteri di simulazione presenti nel sistema.

Come si è già detto, l'ambiente di simulazione è Plant Simulation e, all'avvio, questo si apre automaticamente sul modello di simulazione del cantiere associato alla costruzione in esame.

E' possibile effettuare due differenti simulazioni: di PRS o di PRF+NAV, dove la prima è propedeutica alla seconda per le ragioni che verranno illustrate di seguito.

A seconda della simulazione da eseguire si accede al simulatore in modo differente, nello specifico:

- **Attivazione** del simulatore **direttamente dall'editor del Programma Imbarchi**: per eseguire solo la simulazione di PRS a verifica del Programma Imbarchi. In questo caso, infatti, non viene esportata alcuna Distinta di Pianificazione (Lottificazione, che potrebbe non essere stata ancora completata; § 3.5.8), cioè i dati necessari alla simulazione di PRF+NAV che dunque non è possibile eseguire;
- **Attivazione con il comando "Export" dal Resource Tree** (si veda di seguito § 3.5.9): per eseguire la simulazione di PRF+NAV.

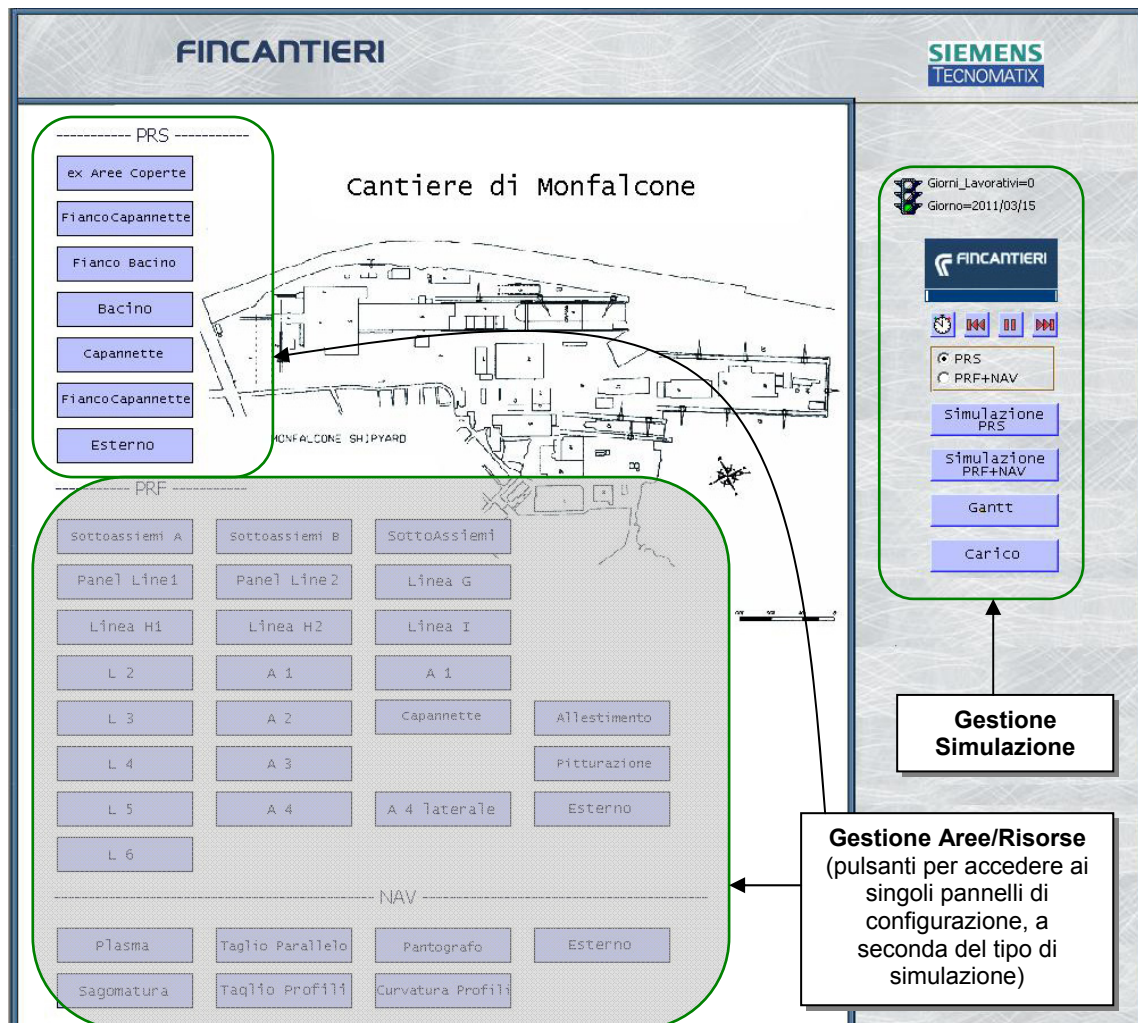


Fig. 3.18 - Modello di simulazione del cantiere di Monfalcone.

Come si vede dalla Fig. 3.18, nell'interfaccia grafica compaiono:

- la rappresentazione di tutte le aree (variabili a seconda del cantiere) di PRS, PRF e

NAV simulate all'interno del modello. Cliccando due volte su un'icona, si apre il pannello di configurazione che riassume i parametri caratteristici di quella determinata area e le modalità di simulazione;

- I comandi della simulazione:

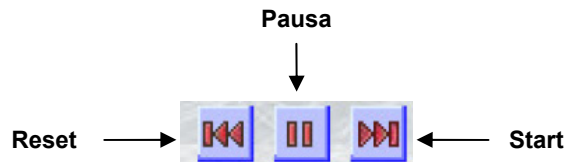


Fig. 3.19 - Comandi di simulazione.

- il selettore del modello di simulazione (PRS o PRF+NAV);
- i pulsanti per aprire i relativi pannelli di configurazione dei due tipi di simulazione (pulsanti “Simulazione PRS” e “Simulazione PRF+NAV”);
- il pulsante per aprire/configurare il PAC (pulsante “Gantt”);
- il pulsante per aprire/configurare i report di carico (pulsante “Carico”);
- il giorno simulato e il conteggio dei giorni lavorativi simulati assieme a un indicatore che segnala la simulazione in corso (icona semaforo).

Come anticipato, le simulazioni da eseguire sono due e nella successione:

1. **simulazione solo di PRS;**
2. **simulazione di PRF+NAV.**

Non è possibile simulare contemporaneamente NAV, PRF e PRS. Si è infatti stabilito che come il Programma Imbarchi fissa i vincoli per la simulazione di PRS (il “Programma di PRS” dipende direttamente dal “Programma Imbarchi”), così quest’ultima stabilisce i vincoli invalicabili per la simulazione di PRF e di NAV.

1. **Il risultato principale della simulazione di PRS è la validazione del Programma Imbarchi tramite un diagramma “Gantt occupazione aree” per ogni area di PRS.**  
Il “Gantt occupazione aree” di PRS rappresenta, in via grafica, la programmazione dell’Officina di PRS, indicando sia il posizionamento fisico dell’attività nello spazio effettivamente a disposizione dell’area, sia il posizionamento temporale.  
In funzione dei risultati ottenuti, qualora fosse evidenziata l’impossibilità di rispettare le tempistiche, si ritornerà sul Programma Imbarchi andando a modificarlo.
2. **I risultati della simulazione di PRF+NAV sono i “Gantt occupazione aree” per ogni area di NAV e di PRF e un “Programma Allacciamento Centri – PAC”. Inoltre è**

**possibile ricavare un “Grafico degli stoccaggi di PRF” (Blocchi) ed un “Diagramma di Carico (di lavoro)” per ogni area o risorsa di NAV, PRF, PRS, MON e per ogni ditta. In particolare è possibile graficare: le tonnellate/periodo, le ore/periodo, gli operatori/giorno.**

In entrambi i casi, i risultati ottenuti dalla simulazione sono modificabili manualmente dall'utente, che può agire direttamente per via grafica sui Gantt andando a spostare un'attività sull'area semplicemente trascinandola con il mouse, o andando a modificarne la sua durata allungando o accorciando la barra che la rappresenta. Il sistema concede qualsiasi libertà di modifica, anche in violazione dei vincoli presenti (vincoli *fisici*, di dimensioni o peso, e vincoli *logici*, di preferenza o di successione), limitandosi a dare degli avvertimenti sul vincolo violato. Il colore delle barre, il cui significato verrà spiegato successivamente, viene aggiornato automaticamente a seconda delle modifiche apportate.

Le date di inizio e fine vengono ricalcolate in funzione della durata assegnata all'attività e dei giorni lavorativi definiti in precedenza sul calendario.

## Simulazione di PRS

Come è stato detto, lo scopo principale della simulazione di PRS è la validazione del Programma Imbarchi elaborato.

Prerequisiti fondamentali per poter effettuare la simulazione di PRS sono:

- aver definito un *Programma Imbarchi*;
- aver definito un *Calendario* di lavoro;
- aver associato il *Cantiere* alla nave;
- aver definito le *preferenze* per le *aree del cantiere*.

Il modello di simulazione è strettamente legato al Programma Imbarchi e vi si accede direttamente dall'editor del Programma Imbarchi.

Cliccando sul tasto “Simulazione PRS” (si veda Fig. 3.18) si accede al pannello di configurazione della simulazione di PRS, da cui è possibile:

- definire il tipo di simulazione (in avanti o all'indietro);
- selezionare le costruzioni per cui effettuare la simulazione;
- rendere indisponibili eventuali aree;
- accedere ai dati di Input (ovvero i parametri su cui si baserà la simulazione);
- impostare la data di “Time Now”;
- accedere al Programma Imbarchi della costruzione desiderata;
- confermare la simulazione effettuata.

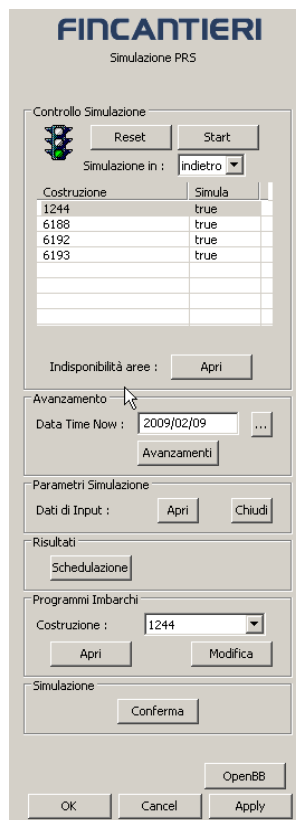


Fig. 3.20 - Pannello di configurazione simulazione PRS

### **CRITERI DI SIMULAZIONE per “PRS”:**

Il modello di simulazione permette di effettuare due tipi di simulazione:

- **simulazione “in avanti”:** a partire dalla data di imbarco della prima Sezione viene calcolata l’occupazione delle aree “in avanti” nel tempo sulla base della pianificazione effettuata nel Programma Imbarchi (“*deve terminare il*”) e del tempo di attraversamento letto dalla relativa Mappa di Processo: qualora le risorse non dovessero essere sufficienti, l’imbarco delle ultime Sezioni andrebbe *in ritardo*;
- **simulazione “all’indietro”:** a partire dalla data di imbarco dell’ultima Sezione viene calcolata l’occupazione delle aree “all’indietro” nel tempo sulla base della pianificazione effettuata nel Programma Imbarchi (“*deve terminare il*”) e del tempo di attraversamento letto dalla relativa Mappa di Processo: qualora le risorse non dovessero essere sufficienti, l’imbarco delle prime Sezioni andrebbe *in anticipo*.

Se sono state associate più commesse al cantiere, è possibile selezionare per quale si vuole simulare la PRS (si veda Fig. 3.20: se “true” nella colonna “Simula”, la rispettiva costruzione verrà simulata; se viceversa “false”, no). Per le costruzioni non selezionate, le attività di PRS non verranno spostate dalla simulazione e costituiranno un eventuale vincolo per quelle della commessa simulata.

In funzione delle date, dei vincoli fisici, delle preferenze e dei coefficienti assegnati (§ 3.5.4), la

simulazione è in grado di decidere la distribuzione del lavoro sulle varie aree di PRS.

Il sistema è dunque in grado di assegnare autonomamente le attività secondo logiche di preferenza e di capacità: l'elemento cardine che permette al simulatore di riconoscere le attività e di dividerle sulle risorse a disposizione è il **Codice di Mappa** (es. SF = Sezione fondi; si veda § 3.3.1).

Gli altri attributi sono:

- le **dimensioni**;
- il **peso**;
- l'**attraversamento**;
- la **data di imbarco** sul Programma Imbarchi.

In funzione delle preferenze, dei coefficienti e dei vincoli, il simulatore assegna la distribuzione delle attività. Queste vengono *priorizzate* in base alla data di imbarco e distribuite sulle risorse in funzione delle preferenze: se ad esempio un'attività è molto urgente, perché ha una data di consegna ormai molto vicina, il simulatore verifica la situazione sulla risorsa a massima preferenza. Se questa, a causa dei vincoli presenti o della coda di attività che le sono già state assegnate, non è in grado di terminare l'attività entro la data di imbarco dedotta dal Programma Imbarchi, il simulatore verifica la disponibilità delle risorse a preferenza via via decrescente.

La capacità produttiva delle varie aree è espressa dal parametro *numero di piazzole*, che indica quante attività è possibile eseguire contemporaneamente sulla risorsa (o sull'area), oppure dalle *dimensioni effettive dell'area*: in effetti, trattandosi di aree continue, il concetto di piazzola non è così vero ed il numero di attività (Blocchi e Sezioni) che possono essere eseguite contemporaneamente dipende dalle dimensioni che Blocchi e Sezioni hanno. Per queste aree, la simulazione prevede entrambe le modalità di rappresentazione della capacità produttiva:

- capacità a piazzole (numero massimo di attività contemporanee): le dimensioni dell'elemento vengono ignorate;
- capacità a dimensione: vengono considerate le dimensioni effettive di Blocchi e Sezioni come indicato nelle Mappe di Processo per verificarle sulle dimensioni effettive dell'area.

E' compito dell'utente andare a scegliere, nel pannello di configurazione della determinata area (si veda Fig. 3.18), tra le due opzioni.

**La modalità di simulazione maggiormente utilizzata è quella all'indietro**, e questo per i seguenti motivi:

1. La durata del bacino è fissata nel Piano IIVC; sussistono quindi dei vincoli produttivi in termini di sequenza degli imbarchi che devono essere rispettati e che non consentono un slittamento in avanti (un ritardo) degli ultimi imbarchi.
2. NON è possibile stoccare Sezioni (diversamente dai Blocchi). Queste, infatti, vengono

composte nell'area pianificata di PRS e di lì, una volta completate, imbarcate direttamente in bacino. Un eventuale stoccaggio significa far giacere la Sezione nell'area di PRS in cui si trova, occupando quindi un'area dell'Officina di PRS che rimane così inutilizzata.

Con la simulazione all'indietro, possono subentrare due vincoli importanti:

1. (Eventuale) Indisponibilità d'area di PRS, dovuta per esempio alla presenza delle ultime Sezioni di una costruzione precedente a quella in esame. E' possibile settare il simulatore in tal senso, rendendo indisponibili per la costruzione in esame le aree occupate. Questo vincolo, comporta l'impossibilità di anticipare troppo le prime Sezioni;
2. Sufficiente tempo tecnico per la realizzazione delle Sezioni: nel caso in cui un imbarco venga anticipato, bisogna verificare che tale anticipo non comporti una compressione eccessiva dei tempi di esecuzione delle attività e un eccessivo incremento del carico di lavoro delle officine a monte (PRF e NAV) che forniscono gli elementi costruttivi delle Sezioni. All'occorrenza, bisogna prevedere un anticipo dell'ordinazione del materiale ferroso e, di conseguenza, delle attività di NAV e di PRF.

Nel caso specifico della PRS in cui entrambi questi vincoli sussistano, le soluzioni che possono venire adottate sono:

- L'affido della costruzione di alcune Sezioni ad altri Stabilimenti;
- L'imbarco di Blocchi Sciolti, saltando il premontaggio. In questo caso però, bisognerà andare a modificare la distinta di scafo (il *Product Tree*) e verificare cosa comporta il posticipare (a bordo) le lavorazioni di scafo e allestimento che all'inizio erano state previste a terra.

### **SIMULAZIONE:**

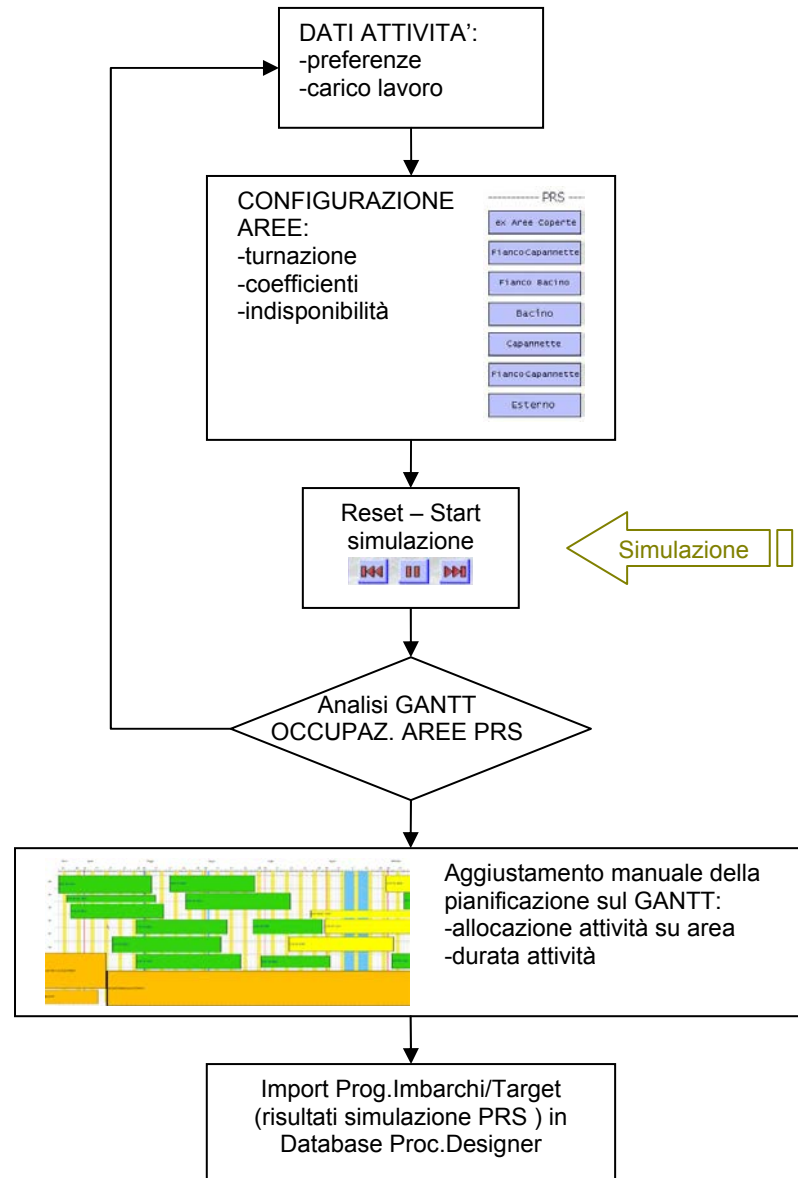
Alla luce di queste considerazioni, è quindi possibile lanciare la simulazione (Fig. 3.19) e, una volta terminata, visualizzare graficamente il risultato ottenuto (la schedulazione di PRS) cliccando prima sul tasto "Gantt" (Fig. 3.18), quindi sulla voce "Mostra Programma Allacciamento Centri".

La schedulazione che si ottiene (visualizzata tramite il "**Gantt occupazione aree (di PRS)**"), non sempre è accettabile alla prima simulazione. Si tratta cioè di un processo iterativo, nel quale bisognerà tornare sui dati di input (preferenze, carico di lavoro, ecc.) e sui parametri delle aree (turnazione, coefficienti, indisponibilità aree, ecc.) andandoli a modificare fino ad ottenere il "Programma di PRS" definitivo.

Una volta definiti i risultati dalla simulazione, è fondamentale salvare il tutto all'interno del Database di Process Designer, in modo da fissare i limiti temporali cui farà riferimento in seguito la simulazione PRF+NAV. Per fare questo bisogna innanzitutto "Confermare" la simulazione effettuata dal pannello di configurazione (tasto "Conferma" in Fig. 3.20) quindi, dalla Distinta di Pianificazione, "Importare" (si veda Fig. 3.14) in Process Designer da Plant Simulation il Programma Imbarchi e il Target. Con questa operazione vengono automaticamente importati

anche i risultati della simulazione (Programma di PRS).

Il processo iterativo di schedulazione di PRS appena descritto viene schematizzato in Fig. 3.21.



**Fig. 3.21** - Processo iterativo di schedulazione delle attività di PRS tramite la simulazione.

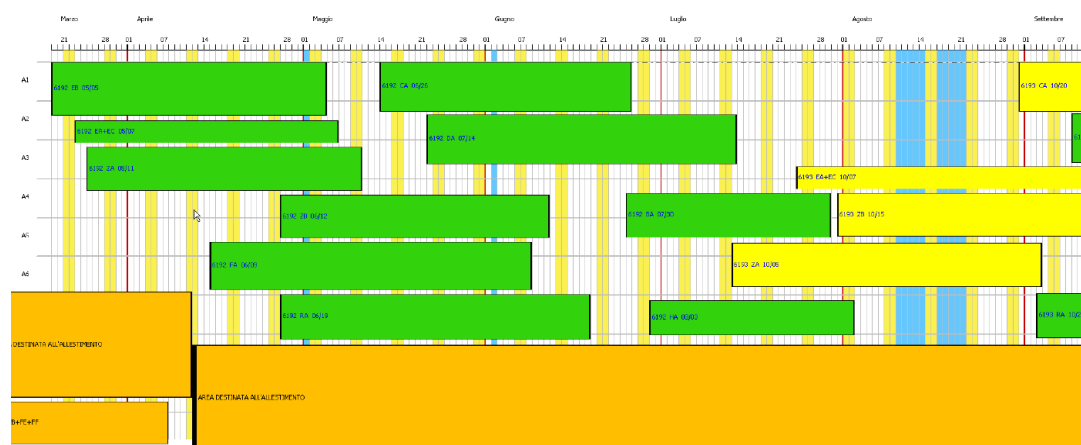
Come anticipato all'inizio, sulla base del "Gantt occupazione aree (di PRS)" che si ottiene, è possibile andare a validare il Programma Imbarchi. Nel caso cioè i risultati della simulazione di PRS dimostrino l'impossibilità di rispettare le tempistiche pianificate, è possibile tornare sul Programma Imbarchi e modificarlo fino ad ottenerne uno che porti ad un Programma di PRS effettivamente realizzabile.

Il "Gantt occupazione aree" di PRS rappresenta, in via grafica, la programmazione dell'Officina di PRS, indicando sia il *posizionamento fisico* delle attività nello spazio effettivamente a



disposizione dell'area, sia il loro *posizionamento temporale*.

Nella seguente Fig. 3.22 si riporta a titolo di esempio un estratto di questo diagramma.



**Fig. 3.22** - Esempio di "Gantt occupazione area" per una specifica area di PRS. I Gantt in arancione indicano aree indisponibili.

Con riferimento all'esempio appena riportato, sul grafico sono visualizzati:

- In ascissa: il TEMPO. I colori delle caselle temporali hanno lo stesso significato che avevano nel Programma Imbarchi (bianco: giorno feriale lavorativo, blu: giorno feriale non lavorativo, ecc.; § 3.5.5).

- In Ordinata: la LUNGHEZZA dell'AREA in metri (o la suddivisione in piazzole).

- Le barre: le ATTIVITA', *posizionate* nell'area e con la relativa *durata*. I colori indicano:

- **verde:** attività completata in tempo per la data di imbarco specificata sul Programma Imbarchi;
- **giallo:** attività completata in anticipo sulla data di imbarco. NON va bene, in quanto abbiamo detto NON si possono stoccare le Sezioni. Il completamento in anticipo si può ottenere svolgendo la simulazione *all'indietro* (come nel caso di Fig. 3.22).
- **rosso:** attività completata in ritardo sulla data di imbarco. Chiaramente NON va bene, in quanto rischia di far slittare tutti gli imbarchi successivi e quindi, in ultima analisi, la data del Varo. Il completamento in ritardo si può ottenere svolgendo la simulazione *in avanti*.

E' possibile agire sulla pianificazione proposta direttamente sul diagramma, ovvero:

- **spostare un'attività sull'area** trascinandola con il mouse;
- **modificare la durata dell'attività** allungando o accorciando la barra corrispondente.

Il sistema concede qualsiasi libertà di modifica, anche in violazione dei vincoli (*fisici*, di dimensioni o peso, e *logici*, di preferenza o sequenza), avvertendo però quale vincolo è stato violato.

In seguito a una modifica, anche i colori delle barre vengono aggiornati, così pure le date di Inizio e Fine, in funzione della durata assegnata e dei giorni lavorativi disponibili sul calendario.

### 3.5.7 Editing del Target di Commessa

Il Target è figlio del Programma Imbarchi e, una volta che quest'ultimo è stato definito e validato attraverso la simulazione di PRS, lo si genera in automatico.

Come è stato detto all'inizio di § 3.5.5, l'ambiente di editing del Target è lo stesso di quello del Programma Imbarchi, ovvero Plant Simulation, ed è possibile accedervi direttamente dal Programma Imbarchi.

Il Target è in formato grafico e riporta l'asse temporale diviso in mesi e decine di giorni. Nella parte superiore è rappresentato il piano IIVC, secondo le date definite in Process Designer.

Sono possibili due configurazioni distinte:

- **Target per Zone;**
- **Target per Unità di Imbarco.**

I due report sono distinti. A tal proposito, nel momento in cui viene effettuata una modifica su uno dei due Target, al momento dell'aggiornamento il sistema chiede automaticamente all'utente se aggiornare, sulla base delle nuove modifiche, anche l'altro Target.

E' necessario confermare sempre questa richiesta in modo da mantenere la congruenza tra i due Target.

E' comunque buona norma poi, verificare tale congruenza. Nello specifico, *sul Target per Zone ogni milestone di ciascuna Zona (di cui si parlerà a breve) dovrà avere come data la prima tra quelle delle milestones dello stesso tipo delle Unità di Imbarco (presenti sul Target per Unità di Imbarco) appartenenti alla Zona specifica.*

Tutti gli imbarchi presenti nella Distinta di Pianificazione ("nave viola") sono rappresentati graficamente e posizionati sul Target in corrispondenza della Zona e della data di imbarco definita.

Nell'interfaccia grafica compaiono quindi:

- il diagramma con l'asse temporale;
- il nome della costruzione;
- il diagramma IIVC;
- imbarchi di Sezioni, Blocchi Sciolti, e macchinari, identificati dai seguenti simboli illustrati nella seguente Fig. 3.23.




	<b>Sezione</b>
	<b>Blocco Sciolto</b>
	<b>Imbarco Allestimento</b>

Fig. 3.23 - Oggetti indicati sul Target.

Con riferimento a quanto esposto nel Capitolo 2 (si veda § 2.3 – Programma Target di Commessa), sul Target sono segnate le seguenti *milestones*, calcolate in automatico dal sistema a Partire dal Programma Imbarchi per mezzo di una serie di parametri generali (*anticipi standard* definiti da Fincantieri) implementati nel sistema, alcuni modificabili dall'utente, altri no. Nel caso specifico di una costruzione della DMC si ha:

- **Inizio NAV:** “ $x_1$ ” giorni di calendario prima dell'imbarco (standard 200 gg);
- **Inizio PRF:** “ $x_2$ ” giorni di calendario dopo Inizio NAV (standard 30 gg);
- **Inizio PRS:** “ $x_3$ ” giorni di calendario prima dell'imbarco (standard 60gg);
- **Inizio S.R. 7000:** “ $x_4$ ” giorni di calendario dopo Inizio PRS (standard 10 gg);
- **Inizio S.R. 6000:** “ $x_5$ ” giorni di calendario dopo Inizio PRF (standard 30 gg);
- **Stadio S4:** *ultima decade del mese precedente l'imbarco* (non modificabile);
- **Stadio S3:** *ultima decade del mese precedente l'Inizio 7000* (non modificabile);
- **Stadio S2:** *ultima decade del mese precedente Inizio 6000* (non modificabile);
- **Stadio S1:** “ $x_6$ ” giorni di calendario prima di S2 (standard 60 gg);
- **Stadi B2, B3, B4:** “ $x_7$ ” giorni di calendario prima di, rispettivamente, S2, S3, S4 (standard 60 gg);
- **Ordinazione Materiali Ferrosi:** ultima decade di “ $x_8$ ” mesi precedenti Inizio NAV (standard 5 mesi);
- **Lista MLS:** “ $x_9$ ” giorni di calendario prima di S1 (standard 90 gg).

Si riporta a titolo d'esempio, nella seguente Fig. 3.24, il pannello di configurazione a sistema per la gestione degli anticipi utilizzati per il calcolo delle milestones del Target appena elencate.

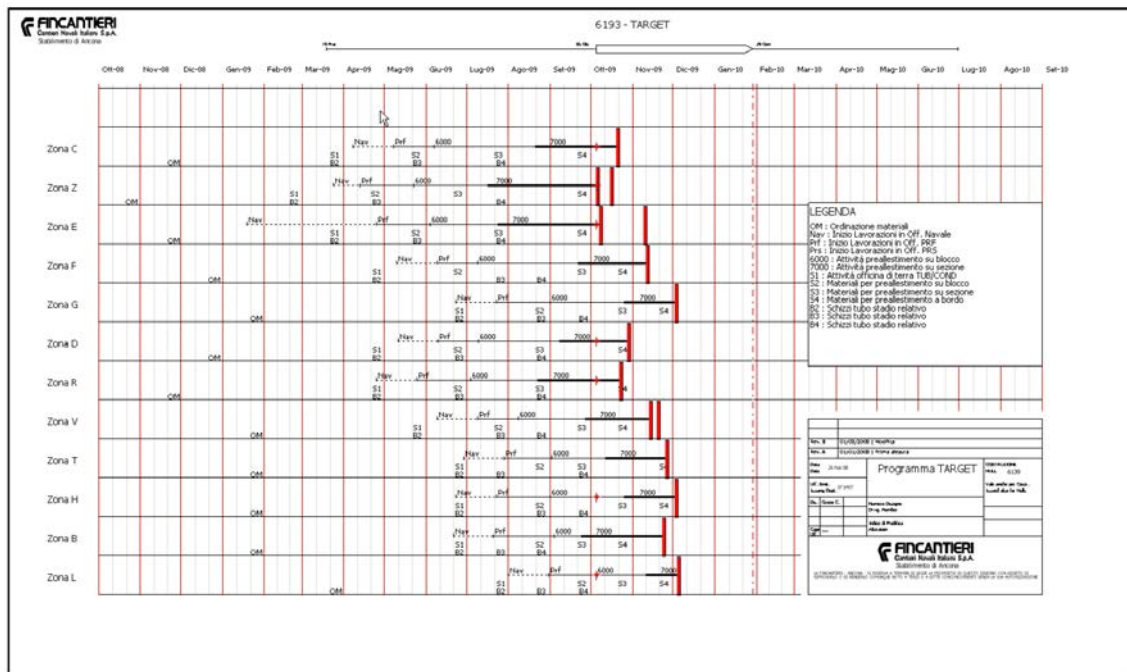
Non è possibile modificare direttamente all'interno del Target le date di imbarco. Questo è possibile solamente nel Programma Imbarchi di cui, lo si vuole ricordare ancora una volta, il Target è figlio in funzione degli anticipi indicati.

In Fig. 3.25 si riporta un esempio di Target organizzato per Zone elaborato dal sistema.

**FINCANTIERI**  
Anticipi standard per le Milestones  
6193

Inizio Nav	<input type="text" value="200"/>	giorni rispetto imbarco
Inizio Prf	<input type="text" value="30"/>	giorni dopo Nav
Inizio Prs	<input type="text" value="60"/>	giorni rispetto imbarco
Inizio 7000	<input type="text" value="10"/>	giorni dopo Prs
Inizio 6000	<input type="text" value="30"/>	giorni dopo Prf
Stadio S1	<input type="text" value="60"/>	giorni prima di S2
Stadio S2		ultima decade mese precedente 6000
Stadio S3		ultima decade mese precedente 7000
Stadio S4		ultima decade mese precedente imbarco
Doc. B2	<input type="text" value="60"/>	giorni prima di S2
Doc. B3	<input type="text" value="60"/>	giorni prima di S3
Doc. B4	<input type="text" value="60"/>	giorni prima di S4
Ord. Mat. Fer.	<input type="text" value="5"/>	mesi precedenti Nav (ultima decade)
MLS	<input type="text" value="90"/>	giorni prima di S1

**Fig. 3.24** - Pannello di configurazione degli anticipi standard per il calcolo delle milestones del Target (DMC). Gli anticipi visualizzati in figura, sono quelli standard dati di default dal sistema al momento dell'apertura del pannello.



**Fig. 3.25** - Esempio di Target organizzato per Zone, ottenuto dal sistema Tecnomatix.

Al momento dell'apertura del Target, il sistema chiede se ricalcolare automaticamente tutte le date associate alle milestones secondo le regole appena descritte.

Si tratta di un comando da utilizzare solamente alla prima apertura del grafico o dopo aver

effettuato pesanti modifiche al Programma Imbarchi. Con l'aggiornamento, infatti, tutte le date precedentemente stabilite e salvate vengono ricalcolate e sovrascritte.

Quasi sempre, invece, ci si trova nella condizione in cui bisogna andare ad apportare alcune modifiche ad una determinata Zona (o Unità di Imbarco, nel caso di Target organizzato per U.d.I.).

In questo caso allora, è possibile, andando a selezionare la Zona d'interesse direttamente sul Target, accedere poi al pannello degli anticipi in cui re-inserire i nuovi valori. Ad ogni modifica, il sistema chiede se andare a ricalcolare, secondo i nuovi parametri, tutte le date delle milestones ma limitatamente a quelle delle Zone selezionate.

Infine, è possibile slegarsi dalla logica degli anticipi andando a impostare manualmente le date specifiche di alcune o di tutte le milestones.

### 3.5.8 Lottificazione

La definizione dei Lotti è la prima attività da eseguire dopo la definizione del Programma Imbarchi e del Target, per il completamento della Distinta di Pianificazione (e permettere, da ultimo, la simulazione di PRF+NAV).

**E' in questa fase che la struttura di processo (l' *Operation Tree*) inizia a differenziarsi notevolmente da quella di prodotto (il *Product Tree*).**

All'atto della lottificazione infatti, all'interno di ogni Sezione dell'*Operation Tree* vengono automaticamente creati una serie di "oggetti" che rappresentano attività non direttamente associate ad elementi presenti nella distinta di scafo (ad esempio l'arrivo della documentazione, le attività di NAV, ecc.) e le attività di "riepilogo", per tutte le fasi del processo produttivo e per alcune fasi della preparazione della documentazione.

Prima di proseguire, ricordiamo che con Lotto si definisce un'unità di raggruppamento, tecnologicamente omogenea, del materiale impiegato per la costruzione di uno o più Blocchi. Tutta la documentazione esecutiva viene redatta per Lotto.

Con riferimento a quanto appena ricordato, all'interno del sistema durante la definizione dei Lotti si possono quindi incontrare due diverse situazioni:

1. **Creazione di un Lotto completamente nuovo;**
2. **Associazione a un Lotto pre-esistente**, cioè creato precedentemente nel contesto di un'altra Sezione (è il caso in cui allo stesso Lotto appartengono più Blocchi).

La lottificazione viene eseguita nel modo seguente (si veda Fig. 3.26):

- si seleziona (nell'*Operation Tree*) la Sezione contenente i Blocchi da lottificare;
- si inserisce il nome del Lotto da creare;

- si apre una seconda finestra sullo stesso *Operation Tree* e da questa si selezionano uno o più Blocchi da assegnare al Lotto;
- con un'operazione di *Drag&Drop* si trascinano i blocchi selezionati nel riquadro "Creazione Lotti";
- cliccando sul tasto "Nuovo Lotto", il sistema crea gli oggetti relativi al nuovo Lotto.

Nel caso in cui il nome del nuovo Lotto corrisponda ad uno già esistente, il sistema lo segnala indicando di utilizzare la funzione "Assegna a Lotto", ovvero il secondo dei due casi sopra citati.

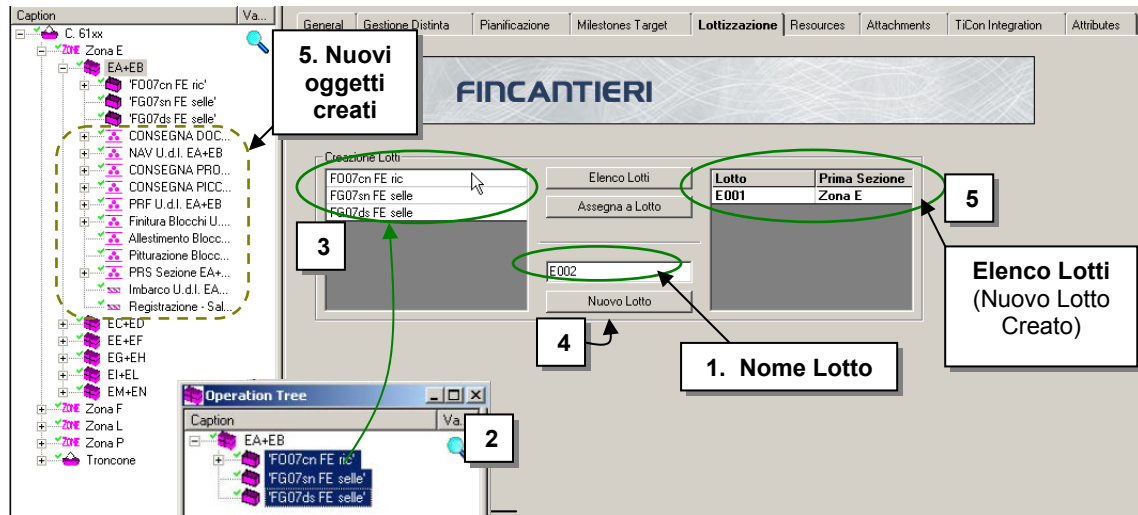


Fig. 3.26 - Creazione di un Lotto.

Con la procedura di lottificazione, il sistema va a precompilare gli attributi di ogni attività con alcuni valori di default. In particolare:

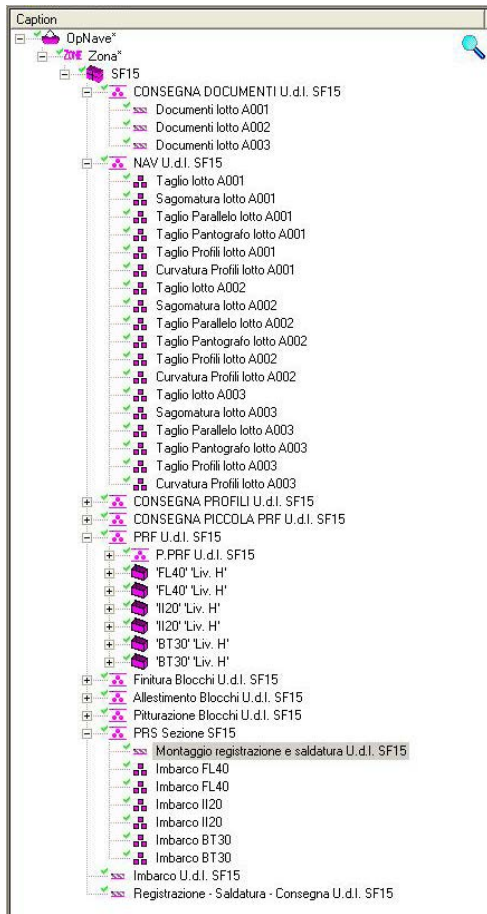
- **Inizio Intervallo Utile:** per ogni attività esiste un "intervallo utile" di tempo, all'interno del quale l'attività può venir pianificata ed entro i cui limiti deve essere completata. L'inizio di ciascun intervallo utile è preso dal Target per Unità di Imbarco: per le attività di NAV coincide con l'inizio di NAV indicato per la U.d.I., per le attività di PRF coincide con l'inizio PRF, sempre indicato per l' U.d.I.;
- **Fine Intervallo Utile:** è preso dal Target per U.d.I. . Per le attività di NAV coincide con l'inizio di PRF indicato per l' U.d.I.; per le attività di PRF coincide con l'inizio PRS indicato per l'U.d.I.;
- **Inizio:** è la data di inizio pianificazione dell'elemento. Viene inizializzato nel sistema come "Inizio";
- **Fine:** è la data di fine pianificazione dell'elemento. Viene inizializzato nel sistema come "Fine";

Le date di "Inizio Intervallo Utile" e "Fine Intervallo Utile" sopra citate, definiscono l'intervallo temporale entro cui l'attività può essere pianificata e sono quelle che verranno utilizzate esclusivamente dalla simulazione di PRF+NAV.

In ogni momento è possibile modificare queste date attività per attività, in modo da renderle differenti dalle date del Target. Questo in particolare per le attività di NAV (ovvero la prima attività di taglio del Lotto, in genere Taglio Plasma), qualora si voglia imporre al simulatore un vincolo di tipo “*non pianificare prima del*”, perché ad esempio prima di quella data non è disponibile il materiale, o analogamente per le attività di PRF, perché prima di quella data non sono disponibili i Sottoassiemi.

La Distinta di Pianificazione, prima della lottificazione, contiene tutte le informazioni delle Mappe di Processo (cioè le informazioni necessarie alla realizzazione fisica dell'elemento) ma non tutte le informazioni necessarie alla programmazione di tutte le aree del cantiere (cioè le attività che effettivamente servono per realizzare quell'elemento). Attraverso la definizione dei Lotti, si introduce quindi una serie di nuove attività non associate ad alcuna Mappa (e pertanto non presenti nel *Product Tree* ovvero la distinta di scafo). In particolare, per ogni Unità di Imbarco vengono definite nell'ordine (si veda Fig. 3.27):

- **Consegna Documenti Lotti dell'U.d.I.;**
- **Attività di NAV** (Taglio Plasma, Taglio Parallelo, Taglio Pantografo, Sagomatura, Taglio Profili, Curvatura Profili dei Lotti dell'U.d.I.);
- **Consegna Profili dell'U.d.I.;**
- **Consegna degli elementi di PPRF dell'U.d.I.** (da parte di ditte esterne);
- **Attività di PRF** (aggregate per Lotto e per Livello, e comprendenti anche le attività di PPRF non date in appalto);
- **Finitura dei Blocchi dell'U.d.I.;**
- **Allestimento Blocchi**, se previsto (Pre-Allestimento S.R. 6000);
- **Pitturazione Blocchi dell'U.d.I.**, se prevista;
- **Attività di PRS** (Imbarco dei Blocchi in Sezione, Imbarco della Sezione in bacino, ecc.);



**Fig. 3.27** - Struttura dell'Operation Tree dopo la lottificazione. Si vede come, popolandosi di tutte le attività riferite ai Lotti specifici che costituiscono ogni singola U.d.I., l' "albero" si diversifica dal Product Tree.

Le attività di NAV, di PRF, di Finitura, di Allestimento, di Pitturazione e di PRS, vengono precompilate con i dati di ore ed attraversamento provenienti dalle relative Mappe (o meno, a seconda della modalità di aggiornamento dei Dati di Processo).

La Distinta di Pianificazione, riporta a questo punto tutte le informazioni collegate alla programmazione di un'attività: inizio e fine (e quindi automaticamente la sequenza rispetto le altre attività), risorsa associata, avanzamento, ecc.

Tutte queste informazioni sono riportate in un apposito pannello dov'è inoltre possibile andare a definire, per ogni attività, delle **preferenze specifiche per l'attività**. Accanto a queste, sono riportate le **preferenze standard per la Mappa** associata all'attività in questione, ovvero quelle definite in precedenza contestualmente al cantiere (si veda Fig. 3.12). Le preferenze specifiche hanno priorità su quelle standard: cioè quando vengono imputate sono quelle che il simulatore utilizza per assegnare le attività alle risorse. Viceversa, se non vengono definite, il simulatore utilizza le preferenze standard. Quanto appena descritto, viene illustrato nella seguente Fig. 3.28.



**FINCANTIERI**

**...appartenente al Lotto**

**Blocco**      Attività : CC04C      Lotto : Z154

Pianificazione

Data Inizio : 28/09/2011  
 Data Fine : 05/10/2011  
 Data Inizio Intervallo : 05/06/2011  
 Data Fine Intervallo : 05/09/2011  
 Non iniziare prima del : 01/01/2004  
 Avanzamento Confermato : 0 al 2011/04/01

Livello di prefabbricazione : Liv. H

Risorsa assegnata : Officina E (Blocchi)  
 Vincolato sull'area  
 Vincolato sulla posizione

Destinato all'esterno

Appaltato : 100 %

Pitturazione/Ciclo carena     Allestimento 6000

Preferenze specifiche per l'attività CC04C

	Codice	Preferenza	Coefficiente
Officina B (Sottoass)	PRF1		
PL	PRF2		
Officina E (Blocchi)	PRF9		
Officina F (Blocchi F)	PRF3		
Area Selle	PRF4		
Scalo	PRF12		
Scalo Longitudinale	PRF8		
Esterno PRF	Esterno_PRF		
Allestimento	Allestimento		
--	PRF5		
--	PRF6		
--	PRF7		
--	PRF10		
--	PRF11		

Preferenze standard per la mappa BL

	Codice	Preferenza	Coefficiente
Officina B (Sottoass)	PRF1		
PL	PRF2		
Officina E (Blocchi)	PRF9	0.5	1
Officina F (Blocchi F)	PRF3	1	1
Area Selle	PRF4		
Scalo	PRF12	0.1	1
Scalo Longitudinale	PRF8	0.1	1
Esterno PRF	Esterno_PRF		
Allestimento	Allestimento		
--	PRF5		
--	PRF6		
--	PRF7		
--	PRF10		
--	PRF11		

Applica    Annulla

**Fig. 3.28** - Pannello per gestione delle “Preferenze specifiche” per l’attività vs. le “Preferenze standard” di Mappa.

Infine, nel caso di una Nave Ripetuta, tutta la fase di lottificazione può venir by-passata in maniera semplice per mezzo del comando “Copia Commessa” già visto alla fine di § 3.5.2. In questo modo infatti, si va a riutilizzare una Distinta di Pianificazione già completamente definita, compresi quindi i Lotti.

### 3.5.9 Editing del Programma Allacciamento Centri (PAC): Simulazione PRF+NAV

La simulazione delle officine di Prefabbricazione (PRF) e Navale (NAV) è una simulazione dettagliata delle attività che si svolgono in queste due officine, a partire dai vincoli programmatici derivati dalla simulazione di PRS svolta in precedenza.

Con questa simulazione si evidenzia, sulla base della capacità produttiva delle officine di PRF e NAV, la possibilità di fornire tutti gli “elementi” che servono per la realizzazione delle Sezioni in modo da rispettare i tempi definiti nel Programma Imbarchi.

Il risultato principale che alla fine si ottiene, è la programmazione di tutte le aree di PRF e NAV che, unitamente a quella delle aree di PRS, permette di ottenere il Programma Allacciamento Centri.

Per poter eseguire la simulazione di PRF+NAV devono essere state eseguite tutte le fasi descritte nei paragrafi precedenti, e quindi:

- sia stato definito il *Programma Imbarchi*;
- sia stata eseguita la *simulazione di PRS* (ovvero tutte le attività di PRS siano state programmate);
- sia stato definito il *Target*;
- sia stata fatta la *Lottificazione* per tutti gli elementi della Distinta di Pianificazione;

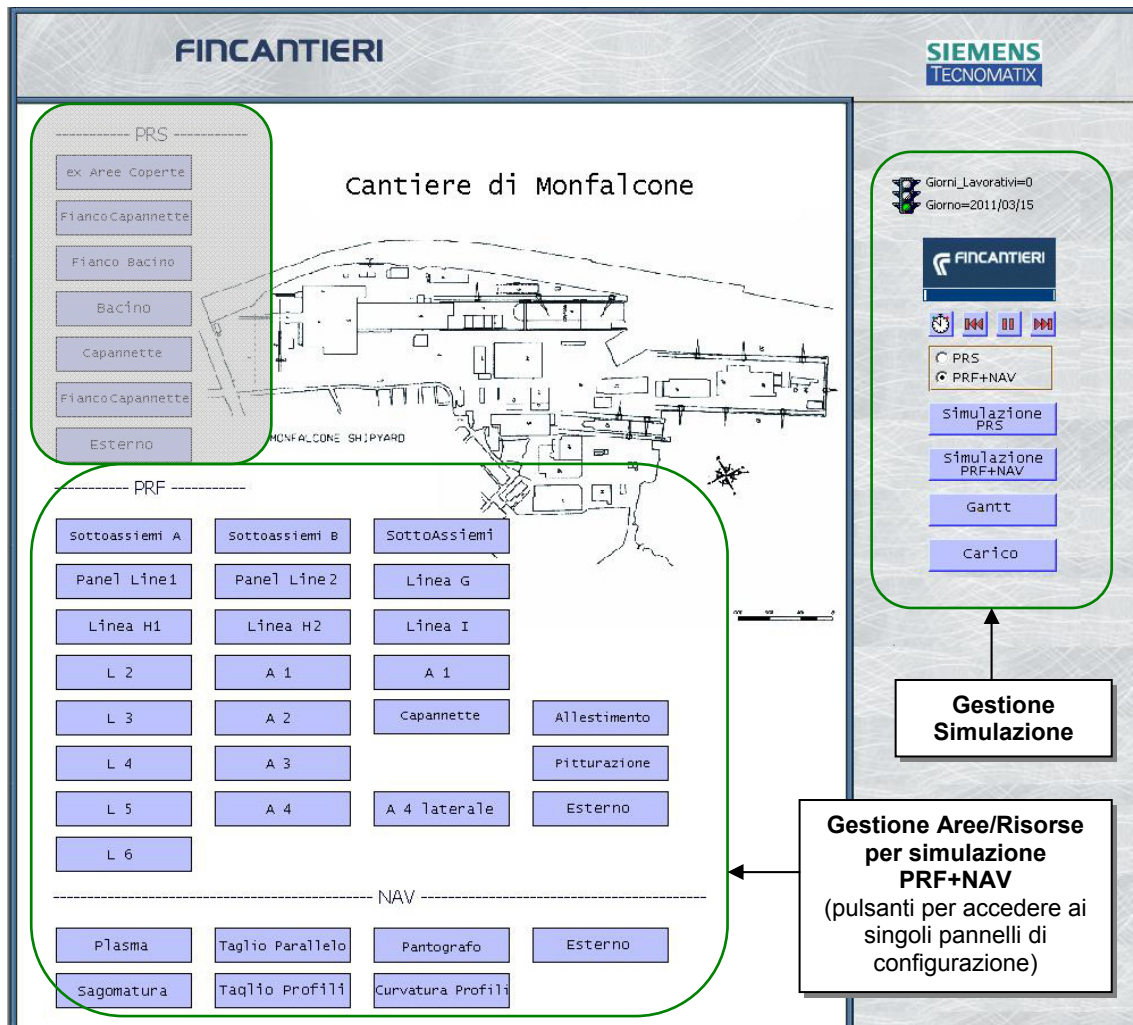
Il modello di simulazione è strettamente legato al Stabilimento selezionato e si attiva direttamente all'interno di Process Designer dal *Resource Tree* (si veda § 3.5.4) nel modo seguente:

- si seleziona l'icona indicante il cantiere;
- si seleziona la tab "Simulazione";
- si preme il tasto "Export", che fa caricare il modello di simulazione del cantiere e all'interno di questo tutti i dati relativi alla/e nave/i associata/e a quel cantiere:
  - Distinta di Pianificazione (tutte le attività di PRS, PRF e NAV);
  - Programma Imbarchi;
  - Target;
  - Risultati della simulazione di PRS (Programmazione dell'Officina di PRS).

L'operazione di Export è molto onerosa in termini di elaborazione dei dati e richiede in genere dai 10 ai 15 minuti, al termine della quale si apre il modello di simulazione relativo al cantiere per andare ad effettuare la simulazione di PRF+NAV (Fig. 3.30).



Fig. 3.29 - Esempio della schermata per effettuare l'Export per la simulazione.



**Fig. 3.30** - Modello di simulazione del cantiere di Monfalcone settato per la simulazione di PRF+NAV.

Cliccando sul tasto “Simulazione PRF+NAV” è possibile accedere al pannello di configurazione della corrispondente simulazione (Fig. 3.31), da cui è possibile:

- rendere indisponibili eventuali aree;
  - impostare la data di “Time Now”;
  - accedere ai dati di Input (ovvero i parametri su cui si baserà la simulazione);
  - confermare la simulazione effettuata (“Export” a Process Designer);
  - resettare il simulatore alle condizioni iniziali (cioè riportare le condizioni al momento dell’apertura, ricaricando i dati da Process Designer ed eliminando tutte le eventuali modifiche apportate sui risultati della simulazione);
  - salvare e caricare la configurazione di tutte le aree del cantiere così come è stata impostata;
- Inoltre, sempre cliccando sul tasto “Simulazione PRF+NAV”, è possibile avere accesso alle opzioni di simulazione di cui le principali, generalmente adottate, sono:

- **Anticipo Massimo:** espresso in giorni di calendario, è il tempo massimo di stoccaggio di un elemento permesso al sistema per evitare che questo venga terminato troppo presto

e costituisca un' "occupazione area" inutile per troppo tempo. Il simulatore quindi, va a considerare solo quelle attività con una "data limite" per il loro inizio (calcolata dalla simulazione) tale da non anticipare troppo il completamento.

- Data Inizio Rigida: nessuna attività può venir pianificata prima della data "Inizio Intervallo Utile" (§ 3.5.8) ad essa associata. Per le attività di NAV in particolare, significa programmare l'"Inizio Taglio" di ogni Lotto in corrispondenza dell'"Inizio Intervallo Utile". In prima battuta questa data COINCIDE con la data di "Inizio NAV" sul Target, ma si può andare a modificarla volendo inserire un vincolo ulteriore.
- Stessa Area per Lotto (se possibile): il sistema, compatibilmente con i vincoli di preferenza e fisici impostati, cerca di assegnare tutte le attività connesse ad un Lotto alla stessa area.
- SX/DX Insieme: il sistema cerca di assegnare tutti i Blocchi fratelli (sinistro e destro) nella stessa area di PRF, compatibilmente con i vincoli di preferenza e fisici. Se viene impostato come "Vincolo Forte", i Blocchi SX e DX vengono assegnati alla stessa area e contemporaneamente o, qualora fosse impossibile a causa dei vincoli presenti, non vengono schedati.
- Stessa Area per Blocchi e Sottoblocchi (se possibile): il sistema cerca di assegnare i Blocchi e i relativi Sottoblocchi nella stessa area, compatibilmente con i vincoli di preferenza e fisici.
- I Pannelli devono essere disponibili per i Blocchi: la simulazione di NAV+Panel Line condiziona la pianificazione di PRF, ovvero i Blocchi vengono pianificati solo a partire dal momento in cui il materiale per la loro realizzazione (pannelli e NAV) sia effettivamente disponibile. Se questo parametro non fosse selezionato, invece, la pianificazione dei Blocchi avviene indipendentemente da quella di NAV e della Panel Line, ovvero considerando il materiale comunque disponibile.
- Possibilità di girare i Blocchi: per minimizzare l'occupazione area, il sistema può girare liberamente i Blocchi di 90°. In ogni caso non vengono girati Blocchi di dimensioni inferiori a 10 [m].

In seguito, si vanno a verificare/configurare le diverse Aree/Risorse (si veda Fig. 3.30), ciascuna dal proprio pannello di configurazione da cui è possibile, in generale, accedere alle "Preferenze" e definire il "Coefficiente di Area" (si veda § 3.5.4 e Fig. 3.12), definire la "Turnazione" (turni di lavoro, variabili da uno a tre, ciascuno di 8 ore), rendere la risorsa attiva o meno.

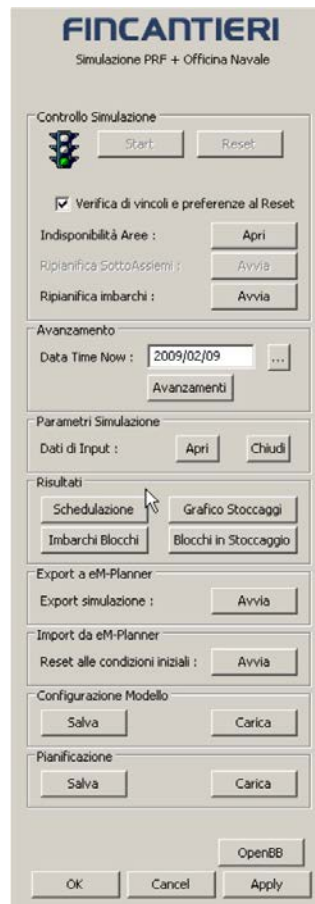


Fig. 3.31 - Pannello di configurazione simulazione PRF+NAV.

### **CRITERI DI SIMULAZIONE per “PRF+NAV”:**

Diversamente dalla simulazione di PRS, la simulazione di PRF+NAV viene svolta solo “*in avanti*”. In realtà, al momento dell’avvio della simulazione, il sistema esegue due processi:

1. una *prima “passata” all’indietro*, A PARTIRE DALLE DATE DI “INIZIO PRS”, determina, a capacità infinita (ma considerando i vincoli di sequenza e i tempi di attraversamento) e con criterio di pianificazione “*al più tardi*”, le “date limite” per il completamento di ogni attività. In questo modo, cioè, il sistema determina la SEQUENZA di tutte le attività, da NAV fino all’ultima di PRF prima dell’imbarco in Sezione;
2. la *simulazione vera e propria in avanti*, A PARTIRE DALLA DATA DI INIZIO LAVORI sul Target<sup>22</sup> e all’interno della finestra temporale assegnata dal Target alla specifica attività, determina, a capacità finita e con criterio di pianificazione “*al più presto*”, la distribuzione del lavoro sulle varie aree (di NAV e PRF) del cantiere in funzione delle date, dei vincoli fisici e delle preferenze assegnate alle diverse attività.

<sup>22</sup> o da quella di “Time Now” se si sta eseguendo una ri-simulazione a lavori già incominciati.

Le attività che vengono simulate e che di conseguenza avranno un corrispettivo "Gantt occupazione area" sono nell'ordine:

- Attività di NAV (Taglio Plasma, Sagomatura lamiere, Taglio Parallelo, Taglio Pantografo, Taglio Profili e Curvatura Profili);
- Prefabbricazione Sottoassiemi (PPRF);
- Prefabbricazione Pannelli;
- Prefabbricazione Blocchi e Sottoblocchi (PRF);
- Finitura (molatura);
- Pitturazione;
- Pre-allestimento Blocchi;

Come è stato detto, nella simulazione vera e propria in avanti il sistema è in grado di assegnare le attività secondo logiche di preferenza e di capacità.

Come per la simulazione di PRS, anche in questo caso il criterio che il simulatore usa per riconoscere le attività e suddividerle tra le risorse a disposizione è il **Codice di Mappa** (es. BP: Blocco Piano, ecc.)

Gli altri attributi/vincoli presi in considerazione l'attribuzione sono:

- le **dimensioni** (come in PRS);
- il **peso** (come in PRS);
- l'**attraversamento** (come in PRS);
- il **Lotto** (se attivato "Stessa Area per Lotto");
- il **nome** (se attivato "SX/DX Insieme");
- i **vincoli di successione** (se attivato "Stessa Area per Blocchi e Sottoblocchi");
- le **date del corrispondente Lotto sul Target**;
- la **data limite** calcolata con la prima "passata" all'indietro.

In funzione delle preferenze, dei coefficienti e dei vincoli, il simulatore assegna la distribuzione delle attività. Queste vengono *priorizzate* in base alla "data limite" di completamento e alla data di fine intervallo sul Target e distribuite sulle risorse in funzione delle preferenze: se, ad esempio, un'attività è molto urgente, perché ha una data di consegna ormai molto vicina, il simulatore verifica la situazione sulla risorsa a massima preferenza. Se questa, a causa dei vincoli presenti o della coda di attività che le sono già state assegnate, non è in grado di terminare l'attività entro la data limite, il simulatore verifica la disponibilità delle risorse a preferenza (specifica dell'attività o, se non indicata, standard di Mappa; § 3.5.8) via via decrescente.

Anche in questo caso, secondo quanto già detto in precedenza parlando della simulazione di PRS, la capacità produttiva delle varie aree può essere espressa dal parametro *numero di piazzole*, che indica quante attività è possibile eseguire contemporaneamente sulla risorsa (o sull'area), oppure dalle *dimensioni effettive dell'area*.

**SIMULAZIONE:**

Si può a questo punto lanciare la simulazione (Fig. 3.19) e, una volta terminata, visualizzare graficamente il risultato ottenuto (la schedulazione di NAV e PRF) cliccando prima sul tasto “Gantt” (Fig. 3.18) e poi sulla voce “Mostra Programma Allacciamento Centri”.

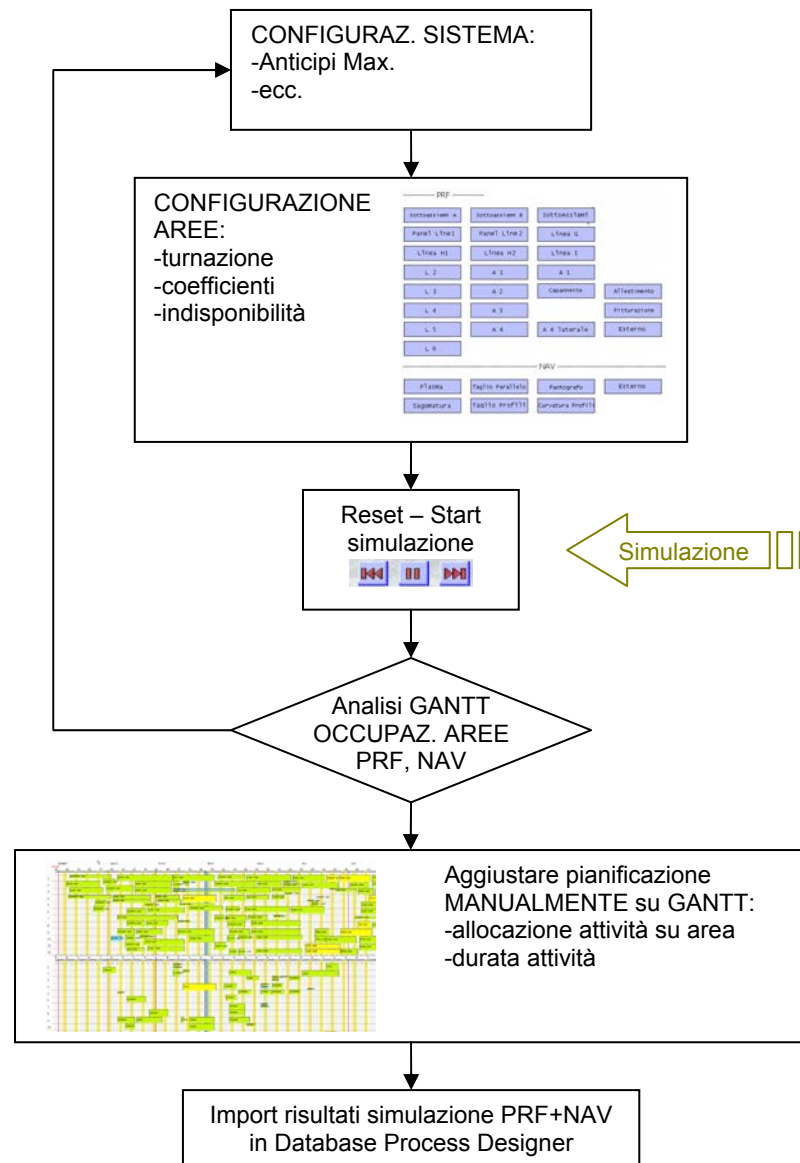
La schedulazione che si ottiene (visualizzata tramite i “**Gantt occupazione aree (di PRF e di NAV)**”), non sempre è accettabile alla prima simulazione. Si tratta cioè, come per la simulazione di PRS, di un processo iterativo, nel quale bisognerà tornare sui dati di input delle attività e sui parametri di configurazione delle aree (turnazione, coefficienti, indisponibilità aree, ecc.) andandoli a modificare fino ad ottenere, con le simulazioni successive, il “Programma di PRF e di NAV”.

Il processo iterativo di schedulazione appena descritto viene schematizzato nel diagramma di Fig. 3.32.

Una volta definiti i risultati dalla simulazione, è fondamentale salvare il tutto all'interno del Database di Process Designer, in modo da trasmettere alla Distinta di Pianificazione (“nave viola”) le eventuali modifiche temporali effettuate sui Gantt (cioè sulla programmazione). Per fare questo bisogna innanzitutto salvare la simulazione effettuata dal pannello di configurazione (tasto Pianificazione: Salva in Fig. 3.31) quindi, dalla tab “Simulazione” del cantiere (si veda Fig. 3.29), “Importare” in Process Designer da Plant Simulation la programmazione effettuata.

I “Gantt occupazione aree” di PRF e NAV rappresentano, in via grafica, la programmazione delle officine di PRF e di NAV, indicando sia il *posizionamento fisico* delle attività nello spazio effettivamente a disposizione di una specifica area (di PRF o di NAV), sia il loro *posizionamento temporale*.

Se è stata scelta l'opzione “Elementi affiancabili lungo l'area”, il grafico è diviso in due metà per rappresentare le attività (es. due Blocchi) affiancati lungo la stessa porzione di area. La parte superiore indica la prima fila mentre quella inferiore l'attività affiancata.



**Fig. 3.32** - Processo iterativo di schedulazione delle attività di PRF+NAV tramite la simulazione.

Nella seguente Fig. 3.33 viene riportato un estratto del diagramma “Gantt occupazione aree” per un area di PRF.



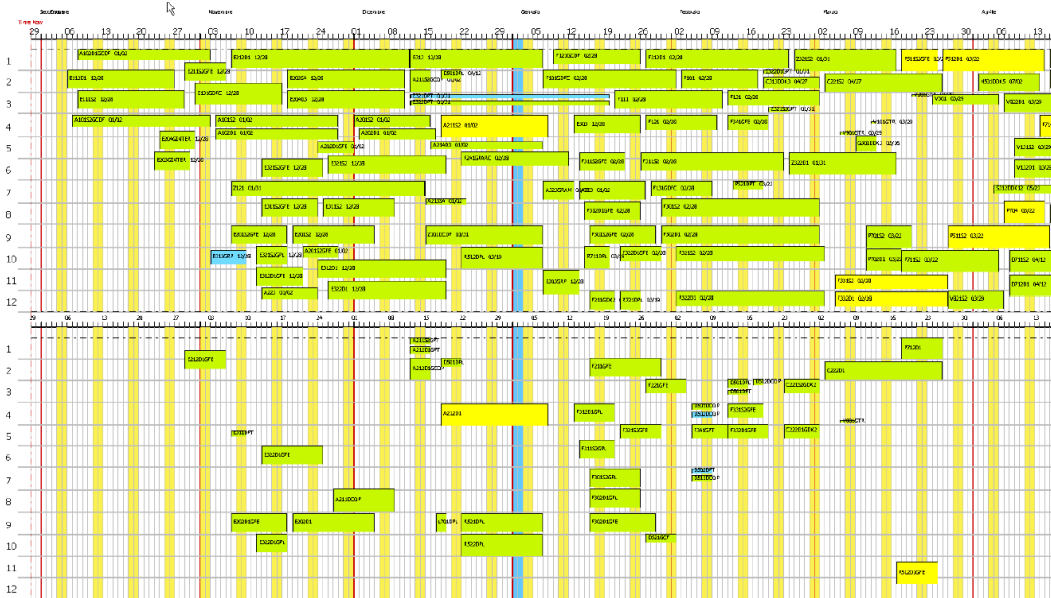


Fig. 3.33 - Esempio di "Gantt occupazione area" per una specifica area di PRF.

Con riferimento all'esempio appena riportato, sul grafico sono visualizzati:

- In ascissa: il TEMPO. I colori delle caselle temporali hanno lo stesso significato che avevano nel Programma Imbarchi (bianco: giorno feriale lavorativo, blu: giorno feriale non lavorativo, ecc.; § 3.5.5).
- In Ordinata: la LUNGHEZZA dell'AREA in metri (o la suddivisione in piazzole, a seconda della configurazione adottata).
- Le barre: le ATTIVITA', posizionate nell'area e con la relativa *durata*. I colori indicano:
  - **azzurro:** attività completata in anticipo di oltre 60 gg (2 mesi) sulla data limite (cioè sul suo successore);
  - **verde:** attività completata in anticipo di 15 gg sulla data limite;
  - **giallo:** attività completata con un anticipo tra 0 e 15 gg sulla data limite. E' la condizione di lavoro a cui bisogna cercare di tendere;
  - **rosso:** attività completata in ritardo sulla data limite e che quindi comporterà un ritardo sul programma di PRS. Il risultato non è accettabile e bisognerà quindi andare ad aggiustare la programmazione.

E' possibile agire sulla programmazione proposta direttamente sul diagramma, ovvero:

- **spostare un'attività sull'area** trascinandola con il mouse;
- **modificare la durata dell'attività** allungando o accorciando la barra corrispondente;
- **ruotare** (l'oggetto di) **un'attività** di 90° sull'area in cui è posizionata.

Il sistema concede qualsiasi libertà di modifica, anche in violazione dei vincoli (*fisici*, di dimensioni o peso, e *logici*, di preferenza o sequenza), avvertendo però quale vincolo è stato violato.

In seguito a una modifica, anche i colori delle barre vengono aggiornati, così pure le date di

Inizio e Fine, in funzione della durata assegnata e dei giorni lavorativi disponibili sul calendario.

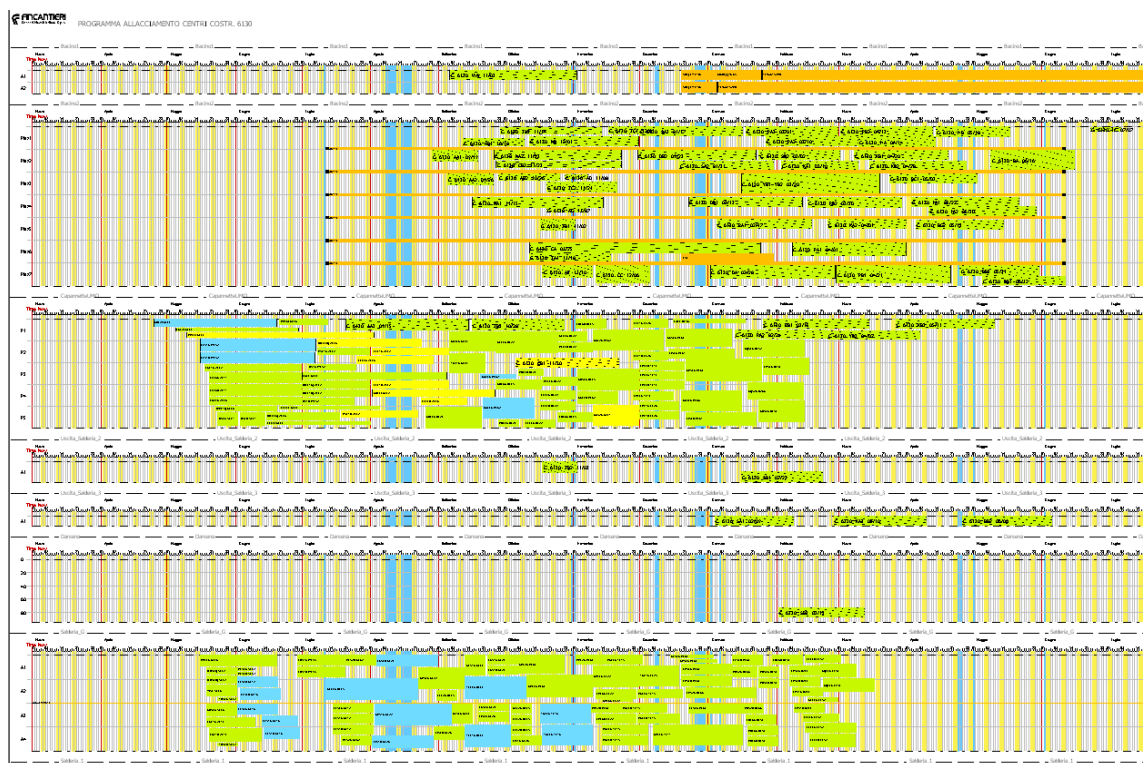
Come anticipato all'inizio, il principale risultato della simulazione di PRF+NAV è il **Programma Allacciamento Centri (PAC)**, ovvero la programmazione di tutte le aree delle officine del cantiere impegnate nella costruzione a terra dello scafo e modellate all'interno del simulatore.

Graficamente, il PAC è l'insieme di tutti i "Gantt occupazione aree" di PRF, NAV e PRS.

Rappresenta quindi il *posizionamento fisico* di tutte le attività nello spazio effettivamente a disposizione dell'area, sia il loro *posizionamento temporale*.

Tutte le attività rappresentate influiscono l'una sull'altra, o meglio sono "allacciate" tra loro da cui il nome "Programma Allacciamento Centri", poiché la programmazione di ogni area dipende da quella delle altre.

Per le sue dimensioni il PAC è stampabile solo tramite Plotter e non è quindi possibile riportarlo qui di seguito nella sua interezza. A titolo d'esempio se ne riporta quindi solamente un estratto nella seguente Fig. 3.34.



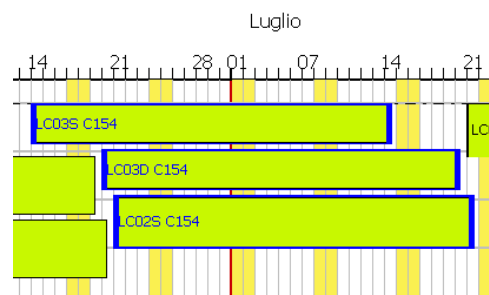
**Fig. 3.34** - Esempio parziale di PAC. I Gantt tratteggiati in diagonale in alto rappresentano le attività di PRS.

Sul grafico sono visualizzati:

- In ascissa: il TEMPO (vale esattamente quanto già detto in precedenza).
- In Ordinata: la LUNGHEZZA delle AREE in metri (o la suddivisione in piazzole, a seconda della configurazione adottata).
- La data di "Time Now" impostata.

- Le ATTIVITA' di PRS, rappresentate con le barre tratteggiate. Il significato dei relativi colori è quello spiegato in precedenza parlando della simulazione di PRS (§ 3.5.6).
- Le ATTIVITA' di IMBARCO BLOCCHI IN SEZIONE, rappresentate con dei pallini direttamente sulle barre delle attività di PRS. Ogni pallino rappresenta un Blocco ed è posizionato sulla relativa data di imbarco.
- Tutte le ATTIVITA' di PRF (prefabbricazione Pannelli, Sottoassiemi e Blocchi) e di NAV, e inoltre Pitturazione, Finitura, Pre-allestimento Blocchi. Il significato dei relativi colori è quello spiegato poco sopra con riferimento ai "Gantt occupazione aree" di PRF e NAV.

E' possibile bloccare le singole attività in una specifica posizione qualora si voglia imporre al simulatore di far eseguire una determinata attività esattamente in quel posto e in quel periodo. Le attività che vengono bloccate vengono evidenziate con un contorno blu (Fig. 3.35).



**Fig. 3.35** - Esempio di attività prevista "in tempo" e bloccata (LC03S, ecc. = nome attività; C154 = Lotto).

Nel caso invece un'attività sia stata appaltata ad una ditta, viene riportato sulla relativa barra un rettangolo nero (Fig. 3.36).



**Fig. 3.36** - Esempio di attività appaltata.

Il PAC, esattamente come nel caso dei "Gantt occupazione aree", è sia ambiente di visualizzazione che ambiente di editing/aggiustamento manuale della pianificazione proposta. E' dunque possibile:

- **spostare un'attività sull'area** trascinandola con il mouse;
- **spostare un'attività da un'area ad un'altra** trascinandola con il mouse;
- **modificare la durata di un'attività** allungando o accorciando la barra corrispondente;
- **ruotare un'attività** di 90° sull'area in cui è posizionata.

Il sistema concede qualsiasi libertà di modifica, anche in violazione dei vincoli (*fisici*, di dimensioni o peso, e *logici*, di preferenza o sequenza), avvertendo però quale vincolo è stato violato.

In seguito a una modifica, anche i colori delle barre vengono aggiornati, così pure le date di

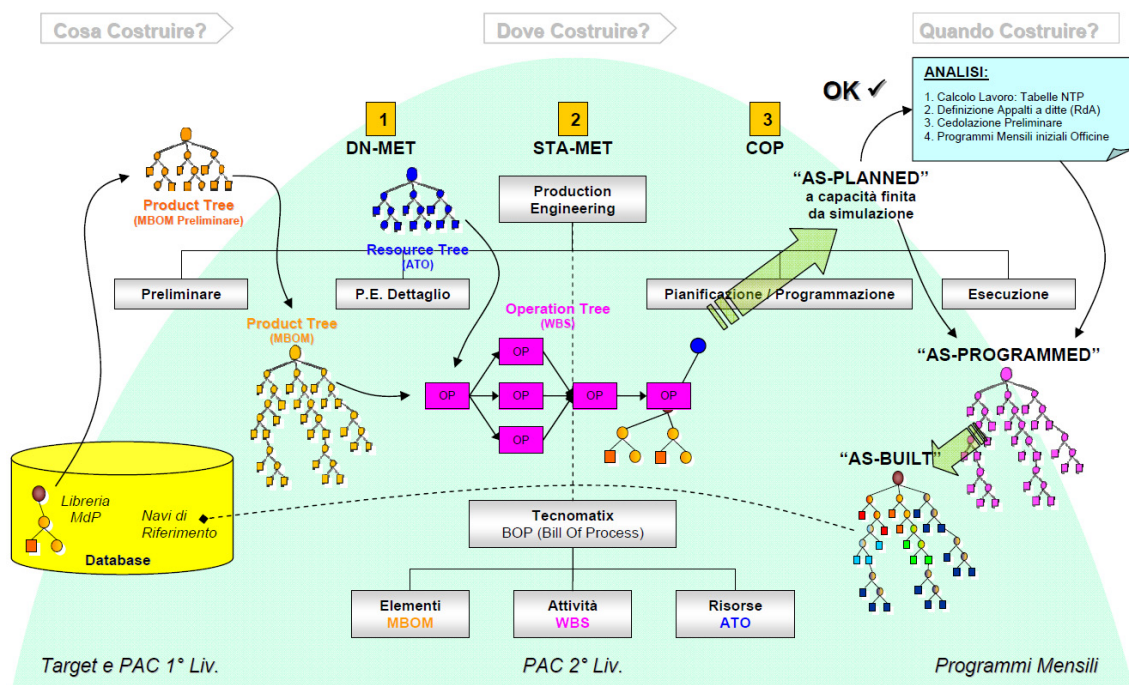
Inizio e Fine, in funzione della durata assegnata e dei giorni lavorativi disponibili sul calendario.

Il PAC, che non era in uso in tutti gli Stabilimenti dell'Azienda a causa dell'enorme lavoro necessario a produrre tutte le possibili varianti della pianificazione (circa 3 mesi) e a tenerlo aggiornato una volta che il programma entra in esecuzione, è tornato ad essere, grazie al sistema Tecnomatix, lo strumento di programmazione operativa ufficiale in tutti gli Stabilimenti. Una volta settato, infatti, il simulatore impiega solo pochi minuti per effettuare la simulazione e fornire quindi i risultati di programmazione che è poi possibile andare ad affinare/aggiornare.

### 3.6 Schematizzazione riassuntiva del flusso dei dati nel sistema

A conclusione di questo Capitolo, si riporta una schematizzazione grafica che sintetizza il flusso dei dati computati nel sistema secondo gli "use case" operativi descritti nel paragrafo precedente.

Con riferimento alla Fig. 3.37, si possono individuare il *Product Tree* ("albero arancione"; § 3.5.1) costruito a partire dalle Mappe di Processo (§ 3.3.1), prima nella sua versione preliminare e quindi dettagliato fino alla sua versione definitiva; il *Resource Tree* ("albero blu"; § 3.5.4) e l'*Operation Tree* ("albero viola"; § 3.5.2).



**Fig. 3.37** - Schematizzazione del flusso dei dati nel sistema, in cui MBOM – Manufacturing Bill of Material, con WBS l'organizzazione delle attività secondo la Work Breakdown Structure (si veda § 1.6) e infine le ATO (associate al Resource Tree).

Una volta predisposte queste strutture con i dati riferiti alla costruzione in esame, dopo aver definito il Programma Imbarchi (§ 3.5.5 e validato con la simulazione solo di PRS; § 3.5.6) e il Target (§ 3.5.7), è possibile effettuare la simulazione a capacità finita di PRF+NAV (§ 3.5.9) secondo quanto pianificato (“AS-PLANNED”).

Dopo aver aggiustato eventuali criticità emerse in seguito alla simulazione (Gantt rossi sul PAC o carichi di lavoro non sostenibili), i risultati (le date, le durate e la sequenza delle attività così programmate) vengono passati al COP per la fase finale di “ANALISI” che si espleta attraverso la cedolazione, la definizione delle Richieste d’Acquisto (appalti) e l’emissione della Programmazione Mensile di lavoro officina per officina. L’insieme di tutti questi dati va a descrivere l’intero ciclo produttivo, dal primo taglio (NAV) fino all’ultimo imbarco (fine dell’ultima Sezione in PRS), secondo la programmazione effettuata (“AS-PROGRAMMED”).

Alla fine, vengono raccolti i dati relativi alle ore realmente consumate per tutte le attività, con i quali si va a ad aggiornare la struttura “AS-PPROGRAMMED” ottenendo così la struttura “AS-BUILT” (quanto tempo è realmente servito, attività per attività, per costruire la nave).

Questa struttura viene quindi archiviata nel Database centrale dove va a costituire una nuova “Nave di Riferimento”.

L’insieme delle diverse Navi di Riferimento, va così a formare una “Libreria di Navi” che, nel caso di una successiva “Nave Ripetuta”, mette a disposizione della P.E. sin dalle fasi preliminari (P.E. di 1° Livello) tutto il lavoro di dettaglio già svolto, consentendo in tal modo di generare rapidamente (e in modo quasi automatico<sup>23</sup>) un Programma Imbarchi, un Target e infine un PAC.

Il processo finale di analisi da parte del COP e di aggiornamento della struttura da “AS-PROGRAMMED” a “AS-BUILT” con la conseguente creazione di una Libreria di Navi di Riferimento è tuttora in via di sviluppo.

---

<sup>23</sup> In linea teorica, per una nave esattamente ripetuta (sia costruttivamente, che per Lotti, che per Stabilimento), basterebbe utilizzare il comando “Copia Commessa” (§ 3.5.2) e impostare la nuova data di Inizio Lavori.

## Capitolo 4

# Evoluzione attuale: implementazione in Tecnomatix delle attività di Pre-Allestimento

Si è visto, nel precedente Capitolo, come il sistema Tecnomatix dia un importante contributo alle attività di P.E. per quanto riguarda la pianificazione e la programmazione delle attività di scafo consentendo, una volta caricati tutti i dati, di svolgere rapidamente più simulazioni in modo da ottenere diversi scenari produttivi (PAC) nonché i relativi carichi di lavoro indotti per singola area ATO (utili per definire le attività da sviluppare con personale interno e quali invece dovranno essere appaltate), consentendo così di definire la soluzione ottimale.

Alla luce di ciò, e considerando che le attività di allestimento dipendono gerarchicamente da quelle di scafo, l'Ufficio Metodi ha deciso di implementare all'interno del sistema anche la gestione delle attività di pre-allestimento di Blocchi e Sezioni, fino ad oggi prese in considerazione solo per mezzo di "Attraversamenti" standard computati nelle relative Mappe di Processo di scafo senza però indicare un effettivo contenuto di lavoro.

L'idea di base che ha guidato lo sviluppo di questa nuova implementazione del software è quella di andare a generare e gestire all'interno di Tecnomatix la pianificazione operativa dei *Pallet* di pre-allestimento (si veda § 2.4.2), dei relativi *Piani di Montaggio* e delle *Attività* di pre-allestimento di Blocchi e Sezioni già in fase di P.E. di 1° Livello (emissione del Target e del PAC da Metodi Centrale), in modo analogo a quanto fatto per lo scafo.

Nel caso di una Nave Prototipo, sarà possibile partire da *Liste standard di Pallet*; per una Nave Ripetuta invece sarà possibile importare la *Pallet List* già redatta per la nave precedente.



Ogni Pallet sarà associato al corrispondente oggetto di scafo (Blocco o Sezione) e potrà essere associato a un Piano di Montaggio. Ogni Pallet poi avrà associate le sue caratteristiche e in particolare un contenuto di lavoro in ore che consentirà di valutare l'attività di pre-allestimento corrispondente.

La programmazione delle date di occorrenza dei Pallet e dei Piani di Montaggio sarà derivata dalla programmazione di scafo: a partire dal PAC di scafo e attraverso l'associazione dei Pallet e dei Piani di Montaggio ai relativi elementi di scafo (Blocchi e Sezioni), sarà possibile derivare tutte le date di occorrenza dei Pallet e dei Piani di Montaggio.

All'interno del sistema sarà possibile definire tutte le tipologie di Pallet di allestimento (dalla S.R. 1000 alla S.R. 7000), mentre come "Attività" verranno considerate esclusivamente quelle di pre-allestimento sui Blocchi e sulle Sezioni (rispettivamente S.R. 6000 e 7000), dal momento che il sistema simula la costruzione della nave fino al livello di PRS.

## 4.1 Modello dei Dati

Per andare a gestire le attività di pre-allestimento all'interno di Tecnomatix, al modello dei dati, strutturato secondo quanto visto nel Capitolo 3 (*Product Tree, Operation Tree, ecc.*), sono state aggiunte due nuove strutture:

- la **Distinta dei Pallet** (*Pallet List*:  PalletList);
- la **Distinta dei Piani di Montaggio** (“nave verde”:  PaNave ),




all'interno delle quali saranno organizzati relativamente gli oggetti *Pallet* e *Piani di Montaggio* la cui gestione viene di seguito illustrata.

Infine, verrà discusso come i dati contenuti in questi nuovi oggetti saranno gestiti dal simulatore, ovvero come verranno rappresentati sul PAC.

### 4.1.1 Definizione della Pallet List e dei Pallet

Tutti i Pallet che verranno previsti per la Costruzione saranno raccolti in una *Pallet List*. Questa sarà organizzata per Zone (come illustrato nella seguente Fig. 4.1) secondo la suddivisione nave caricata nel *Product Tree* (“nave arancione”). La prima operazione da effettuare è dunque creare l'oggetto Pallet List (che inizialmente sarà un contenitore vuoto) e associarlo alla Costruzione (“nave arancione”); all'interno della Pallet List verranno poi caricati tutti i Pallet.

I Pallet sono distinti in tre classi, identificate ciascuna con un'icona specifica:

- Pallet 6000  : per rappresentare i Pallet di S.R. 6000;
- Pallet 7000  : per rappresentare i Pallet di S.R. 7000;
- Pallet 1000, 2000 e 3000  : per rappresentare i Pallet di S.R. 1000, 2000 e 3000.

Tutti i Pallet sono caratterizzati da un *Tipo Pallet* che ne definisce la tipologia, in modo del tutto analogo alle Mappe di Processo per gli elementi di scafo.

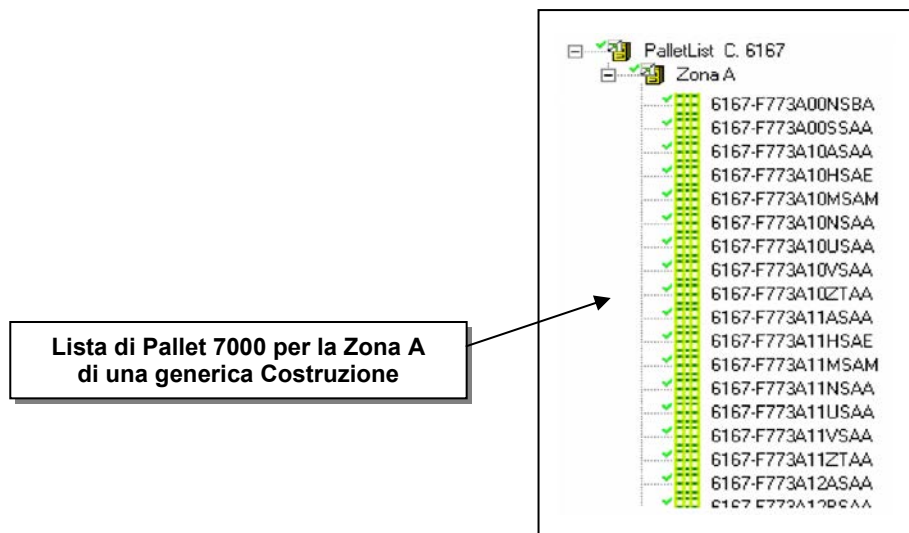
I Tipi Pallet sono identificati da una lettera secondo le norme in uso in Fincantieri e distinti a seconda che si tratti di Pallet destinati al Locale Apparato Motore (LAM.) o alla zona Hotel (FAM).

Si riportano qui di seguito a titolo di esempio alcune delle sigle utilizzate:

- A: tubi e accessori;
- H: carpenteria elettrica e relativi accessori;
- L: automazione;
- M: macchinari;
- N: carpenterie (scale, passaggi d'uomo, ecc.);



rimandando all'Allegato A per l'elenco completo e la distinzione tra Pallet di Locale Apparato Motore (LAM) e Pallet di locali Hotel (FAM), mentre si rimanda all'Allegato B per l'individuazione dei Pallet utilizzabili a seconda della sottorete e del Locale.



**Fig. 4.1** - Esempio di Pallet List per una Costruzione (6167) e della sua struttura organizzata per Zone all'interno di Tecnomatix.

Con riferimento alla seguente Fig. 4.2, si vanno ora a individuare i parametri che consentono di definire il contenuto di lavoro per ciascun Pallet ("Parametri del Pallet") e quelli invece necessari alla gestione del loro montaggio vero e proprio ("Parametri di Processo").

Ogni Pallet è caratterizzato da un parametro significativo per la stima del contenuto di lavoro in ore, parametro che può essere come **numero di pezzi** contenuto nel Pallet o come **lunghezza totale** in metri del contenuto.

A seconda del tipo di Pallet è attivo solo uno dei due parametri (mai entrambi) e solamente quello attivo può essere utilizzato per la stima delle ore.

Per quanto riguarda i "Parametri di Processo", invece, ogni Pallet è caratterizzato da una percentuale di montaggio per ciascuna delle fasi che può attraversare. Un Pallet di S.R. 6000 cioè, può essere montato tutto in S.R. 6000 o solo in parte in 6000 e il rimanente in 7000, 1000, o a bordo. Allo stesso modo, si può prevedere di montare parte di un Pallet di S.R. 7000 anticipatamente in S.R. 6000.

Per questo motivo sono previsti i seguenti campi percentuali:

- **% inFase**: percentuale delle ore del Pallet spese nella fase corrispondente;
- **% anticipata**: percentuale delle ore del Pallet spese in una fase precedente;

**Fig. 4.2** - Tab “Allestimento” (relativa a un Pallet) in cui è possibile imputare i parametri fisici del Pallet e i relativi parametri di processo necessari alla sua schedulazione.

Alcuni campi ore vengono calcolati dal sistema. In particolare:

- **Ore Calcolate:** è una stima di primo livello del contenuto di lavoro in ore del Pallet, pari a:
  - $Numerosità * (Ore / Pezzo)$ , per i Pallet caratterizzati dalla numerosità;
  - $Metri * (Ore / Metro)$ , per i Pallet caratterizzati dalla lunghezza.

Il valore così ottenuto viene automaticamente riportato anche nel campo *Ore Stimate*, dove l'utente può andare a modificarlo computandone un altro. In questo caso il sistema utilizzerà quest'ultimo valore e non quello calcolato e ne tiene traccia scrivendolo in nero anziché in blu.

- **Altraversamento Calcolato:** è la stima del tempo necessario al montaggio del Pallet in fase, a seconda del numero di operai assegnati (*Operatori*) e delle ore definite come nel punto precedente.

L'altraversamento calcolato sarà quindi dato dalla relazione:

$$Altraversamento\ Calcolato = (Ore\ Calcolate / Operatori) * \% inFase$$

Il valore così ottenuto viene automaticamente riportato anche nel campo *Altraversamento* dove l'utente può andare a modificarlo computandone un altro. In questo caso, il sistema utilizzerà quest'ultimo valore e non quello calcolato e ne tiene traccia scrivendolo in nero anziché in blu.

Successivamente, i dati che verranno trasferiti al simulatore (Plant Simulation) ai fini della schedulazione delle attività di pre-allestimento sono:

- per le attività di pre-allestimento Blocco:
  - la somma di *Ore \* % inFase* di tutti i Pallet associati al Blocco;
  - la somma di *Attraversamento* di tutti i Pallet associati al Blocco;
- per le attività di pre-allestimento Sezione:
  - la somma di *Ore \* % inFase* di tutti i Pallet associati alla Sezione.

Chiaramente, ai fini della simulazione, tutti gli oggetti Pallet dovranno essere stati associati al corrispettivo oggetto di scafo (Blocco o Sezione). Questa operazione, lo ricordiamo, viene eseguita all'inizio della sessione di lavoro associando l'oggetto Pallet List alla costruzione (la "nave arancione"). Successivamente, se si dovranno creare uno o più nuovi Pallet, l'associazione di questi ultimi verrà effettuata tramite *Drag&Drop* (analogamente a quanto visto nel Capitolo 3 per le Mappe di Processo di scafo), trascinando cioè il nuovo Pallet (creato nella Pallet List) dalla Pallet List sul corrispettivo elemento di scafo nel *Product Tree*. Si tenga presente che, come per le Mappe di Processo di scafo, anche i Pallet, a seconda della classe, possono essere associati solo a ben determinati oggetti di scafo, in particolare:

- Pallet 6000: potranno essere associati solamente ad oggetti di classe Blocco sulla distinta di scafo (il *Product Tree*, "nave arancione").
- Pallet 7000: potranno essere associati solamente ad oggetti di classe Sezione sulla distinta di scafo.
- Pallet 1000-2000-3000: potranno essere associati solamente ad oggetti di classe Nave o Troncone sulla distinta di scafo.

Con riferimento al popolamento della Pallet List con i relativi Pallet, si possono a questo punto individuare due casi tipo a seconda della Costruzione che si sta sviluppando, ovvero:

**(A) Caso di Nave Prototipo;**

**(B) Caso di Nave Ripetuta,**

che si vanno ora a illustrare.

**(A) Caso di Nave Prototipo: Creazione dei Pallet**

Nel caso di una Nave Prototipo la Pallet List potrà essere creata automaticamente a partire dalla P.E. di scafo (cioè dal *Product Tree*, "nave arancione") mediante *Liste standard di Pallet* associate ad ogni oggetto di scafo (Blocco o Sezione).

### **LISTE STANDARD DI RIFERIMENTO**

Per la creazione della Pallet List di ciascun elemento di scafo di tipo Blocco o Sezione, è possibile utilizzare delle *Liste standard di Pallet*.

A differenza di quanto fatto per lo scafo con le Mappe di Processo, infatti, si è pensato di non

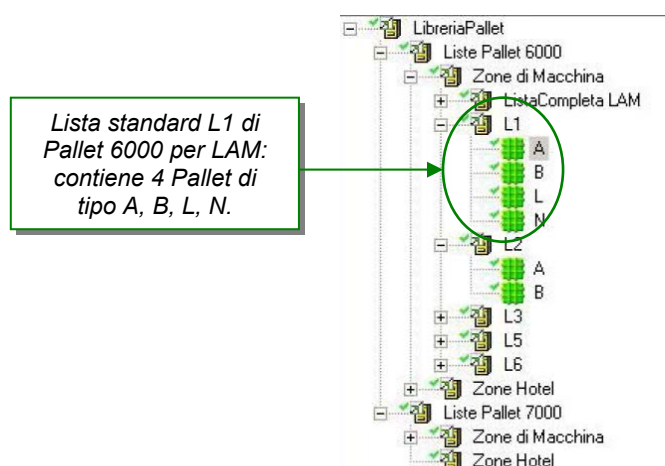
andare a creare delle vere e proprie “Librerie standard di Pallet” (contenenti cioè singoli Pallet standard, in analogia a quanto fatto con le Mappe standard di scafo), bensì delle “Liste standard di Pallet” (L1, L2, ecc. in Fig. 4.3) raccolte in opportune sottolibrerie, da associare ad ogni elemento di scafo. Con riferimento alla Fig. 4.3, la struttura della “LibreriaPallet” (contenente le liste standard di Pallet) può essere così sintetizzata: all’interno della “LibreriaPallet” si avranno tre sottolibrerie distinte per classe di Pallet (“6000”, “7000” e “1000, 2000, 3000”); in ciascuna di esse si avranno due sottolibrerie distinte tra locali di Macchina (LAM) e locali Hotel (FAM), all’interno delle quali saranno collocate le Liste standard.

Ogni Lista conterrà l’elenco dei Pallet che devono essere creati per l’oggetto di scafo cui la Lista sarà associata.

Non esisterà limitazione al numero delle possibili Liste standard.

Si riportano di seguito, rispettivamente in Fig. 4.3 e in Tab. 4.1 un esempio di visualizzazione a sistema della Libreria di Liste standard di Pallet e della loro configurazione.

Si tenga presente che si tratta solamente di un esempio caricato in Tecnomatix ai fini della verifica di funzionalità dell’sistema così implementato. Sarà lavoro dei prossimi mesi iniziare ad andare a creare questo tipo di struttura che poi nel corso degli anni, sulla base delle Costruzioni realizzate, andrà sempre più sviluppandosi com’è avvenuto per le Mappe di Processo di scafo.



**Fig. 4.3** - Struttura della Libreria di Liste standard di Pallet.

<b><i>Lista standard</i></b>	<b><i>Descrizione</i></b>	<b><i>Tipi Pallet contenuti nella Lista</i></b>	<b><i>Descrizione</i></b>
<b>L1</b>	Doppio Fondo di Macchina	A	pallet tubi + accessori
		B	pallet tubi + accessori
		L	automazione Blocco
		N	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>L2</b>	Fasciame del Fondo	A	pallet tubi + accessori
		B	pallet tubi + accessori
<b>L3</b>	Doppio Fondo con basamenti	A	pallet tubi + accessori
		B	pallet tubi + accessori
		L	automazione Blocco

		S	sistemazione basamenti Blocco
ecc.	...	...	...

Tab. 4.1 - Esempio di configurazione delle prime tre Liste standard di Pallet visualizzate in Fig. 4.3.

## CREAZIONE AUTOMATICA DEI PALLET

Facendo riferimento alla seguente Fig. 4.4, per ogni elemento di scafo di classe Blocco o Sezione (“nave arancione”), viene aggiunta nel sistema la tab “Allestimento” in cui è possibile:

- specificare la Lista di riferimento per la creazione della Pallet List dell’elemento in questione (si veda punto 1 in Fig. 4.4);
- creare i Pallet secondo la Lista specificata (comando “Crea Pallet”, punto 2 in figura);
- trasmettere il “Totale Ore in Fase”, l’“Attraversamento in Fase” e il “Peso Allestimento” Calcolati (campi a.), alla Mappa di Processo di scafo dell’elemento attraverso il comando “copia in Mappa” (campi b.).

**Liste standard associate alla costruzione GC2**

**Pallet List della Zona C della Costruzione GC2**

**1**

**2**

**a.**

**b.**

Nome	Tipo	Peso	PerctnFase	OreFase	OreTot	Attraversamento	PienoMontaggio	Descrizione
F77-C-AS1A	A	0.0	100.00	0.00	0.00	0.0		Pallet tubi + Accessori
F77-C-BS1A	B	0.0	100.00	0.00	0.00	0.0		Pallet tubi + Accessori
F77-C-ES1A	E	0.0	100.00	0.00	0.00	0.0		tubi sest
F77-C-HS1P	H	0.0	100.00	0.00	0.00	0.0		carpenteria elettrica + accessori
F77-C-MS1M	M	0.0	100.00	0.00	0.00	0.0		macchinari

Dati di processo

Totale Ore in Fase :  →

Attraversamento in Fase (ore) :  →

Peso Allestimento in Fase (ton) :  →

Fig. 4.4 - Esempio di creazione automatica dei Pallet, nella Pallet List della Costruzione, attraverso le liste standard (nell’esempio, la lista L4).

La creazione automatica dei Pallet è possibile solamente per i Pallet di S.R. 6000 (associati ai

Blocchi) e di S.R. 7000 (associati alle Sezioni).

Una volta selezionata la lista di riferimento nella tabella “Liste Standard di Pallet disponibili in Libreria” e dato il comando “Crea Pallet List”, i Pallet vengono creati (all’interno della Pallet List della Costruzione) nel numero e nella tipologia indicati nella Lista di riferimento scelta e automaticamente codificati secondo le regole di palletizzazione utilizzate in Fincantieri. In realtà alcuni campi del codice Pallet saranno lasciati vuoti, in particolare: per i Pallet di 7000 bisognerà aggiungere la Fire Zone e il numero di disegno (come in Fig. 4.4), mentre per i Pallet di 6000 solamente la Fire Zone. Per chiarezza si riporta nuovamente qui di seguito, in Fig. 4.5, la struttura del codice alfa-numerico di 11 cifre utilizzato per l’identificazione dei Pallet già introdotto nel Capitolo 2, rimandando all’Allegato C per una spiegazione più dettagliata.

E’ importante, inoltre, dire che i parametri significativi caratterizzanti il Pallet (ovvero il peso, la numerosità o i metri, ecc.; si veda Fig. 4.2) non sono precompilati. I Pallet cioè, verranno creati vuoti e sarà compito dell’utente provvedere alla compilazione dei dati necessari via via che la P.E. di Allestimento procede (si veda § 2.4.2 – Pallet Meeting e Lista).

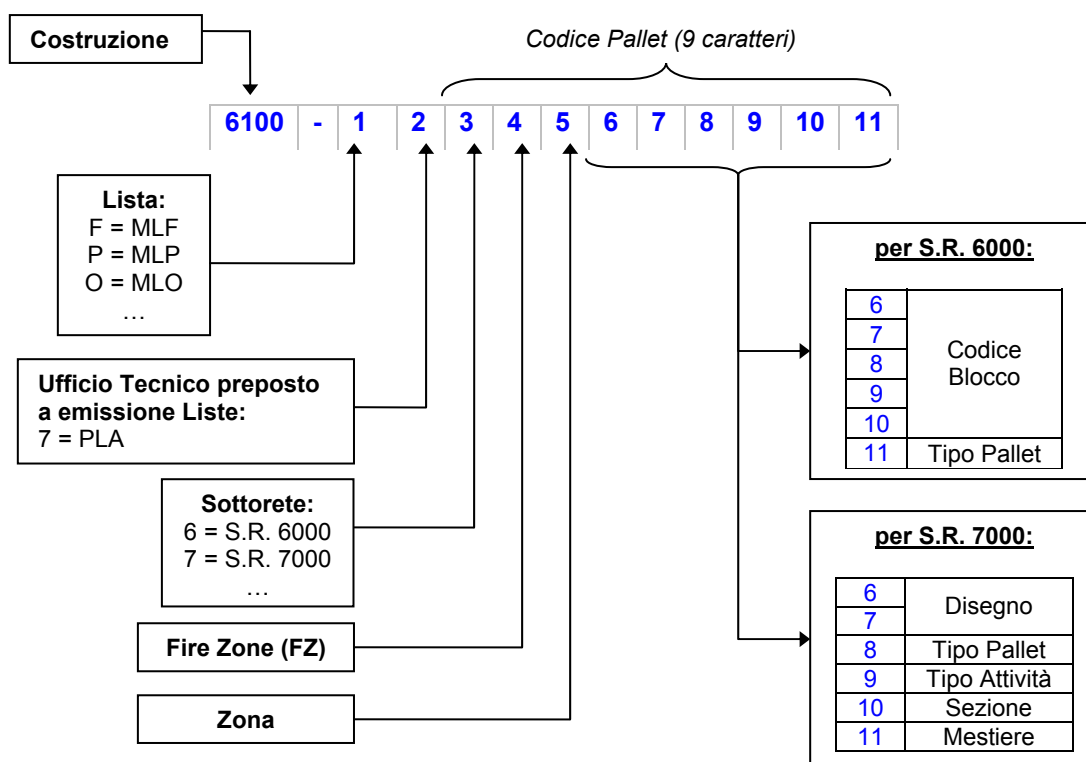


Fig. 4.5 - Struttura del codice alfa-numerico di identificazione dei Pallet.

## (B) Caso di Nave Ripetuta: Import della “Pallet List”

Nel caso di una Nave Ripetuta, la Pallet List potrà essere importata automaticamente da un file Excel opportunamente formattato.

La procedura di *import* della Pallet List messa a punto, legge automaticamente il file Excel

generando i Pallet all'interno di Tecnomatix e le associazioni di questi con i relativi elementi di scafo. L'import potrà venir eseguito a livello di Nave.

La chiave per l'associazione automatica al momento dell'import è il nome dell'oggetto di scafo a cui dovrà essere associato ogni singolo Pallet.

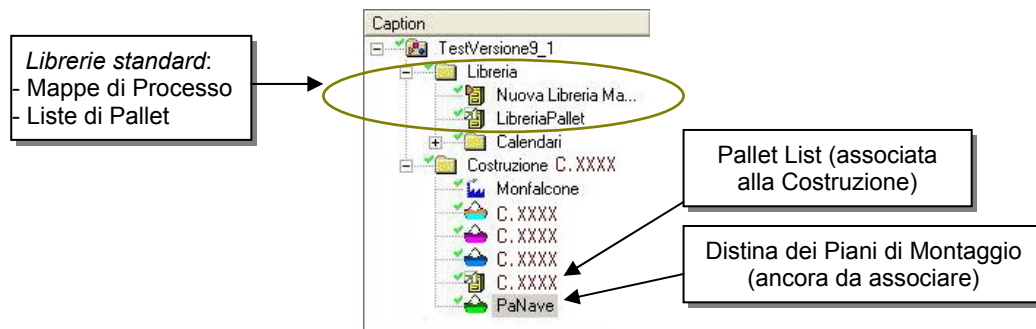
Affinché i Pallet presenti nel file di import vengano quindi correttamente attribuiti agli elementi di scafo, è indispensabile che la palletizzazione sia stata effettuata basandosi sulla suddivisione nave (in Zone, Sezioni e Blocchi) così come caricata nel *Product Tree* ("nave arancione"). In caso contrario, il sistema non sarà chiaramente in grado di individuare l'oggetto scafo a cui attribuire i Pallet che, di conseguenza, non verranno caricati. (ad es. se nel *Product Tree* sono state definite all'interno della Zona Z due Sezioni Z4A e Z4B, i Pallet dovranno essere associati a queste due e non, per esempio, a una singola Sezione Z4).

#### 4.1.2 Organizzazione dei Piani di Montaggio (P.d.M.)

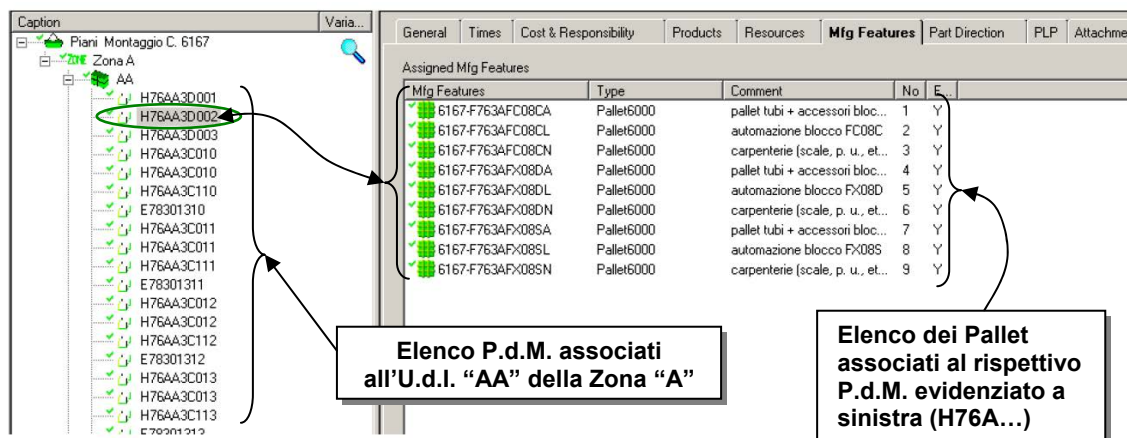
In modo analogo a quanto descritto per i Pallet, sarà possibile definire all'interno del sistema la distinta dei Piani di Montaggio.

L'elenco e la descrizione dei P.d.M., con l'associazione ai Pallet corrispondenti e quindi ai relativi elementi di scafo, costituisce la "Distinta di P.E. di Allestimento".

La distinta dei P.d.M. viene rappresentata nel sistema con l'oggetto *PaNave* ("nave verde"; si veda Fig. 4.6) e sarà organizzata per Zone-Unità d'Imbarco secondo la struttura di Fig. 4.7.



**Fig. 4.6** - Elenco completo delle strutture associate a una Costruzione caricata in Tecnomatix. Si possono distinguere il *Resource Tree* (lo Stabilimento, in blu), il *Product Tree* ("nave arancione"), l'*Operation Tree* ("nave viola"), la *Pallet List* e la distinta dei Piani di Montaggio ("nave verde").



**Fig. 4.7** - Esempio di struttura della Distinta dei Piani di Montaggio una volta associata alla Costruzione e con i P.d.M. caricati.

I Piani di Montaggio sono gestiti all'interno di Tecnomatix come una classe di oggetti derivata dalla classe *Operation* (in pratica, cioè, sarà un secondo *Operation Tree*) e sono caratterizzati da determinati attributi; in particolare i principali si possono riassumere nella seguente Tab. 4.2.

Attributo	Descrizione
Codice	campo per inserire il codice del Piano di Montaggio
Tipo di disegno	H=P.d.M.; T=disegno per basamenti, ecc.
Sottorete	sottorete
Zona	Zona scafo
Sezione	Sezione (Unità di Imbarco)
Ponte	ponte sulla nave
Data di Riferimento	data di riferimento da PAC scafo: è la data di occorrenza del primo Pallet associato al Piano di Montaggio
Data PLA	data emissione documenti esecutivi per acquisizione e costruzione manufatti.
Data COP	data approntamento manufatti e/o Pallet per il montaggio
Data MLF	data rilascio liste MLF da PLA a COP
Data SAP	data di immissione dei Piani di Montaggio a SAP (equivale alla data di rilascio ufficiale a SAP delle liste MLF)
Data COP/MTG	data rilascio P.d.M. a COP/MTG

**Tab. 4.2** - Principali Attributi per la gestione dei Piani di Montaggio in Tecnomatix.

Nella seguente Fig. 4.8 viene riportata la visualizzazione a sistema per la computazione degli attributi di un Piano di Montaggio. Le date, in questo caso, non sono ancora state allineate sulla base della "Data di riferimento" ricavata dalla simulazione di scafo (il PAC). Esse verranno calcolate dal sistema sulla base di anticipi di cui si dirà nel successivo § 4.3.2.



Parametri	
Codice Piano di Montaggio :	006223H77501Z1081
Tipo Disegno :	
Sotto Rete :	
Zona :	
Sezione :	
Ponte :	
Date e Pianificazione	
Data Riferimento :	01/01/2010 ...
Data PLA :	01/01/2010 ...
Data COP :	01/01/2010 ...
Data MLF :	01/01/2010 ...
Data SAP :	01/01/2010 ...
Data COP/MTG :	01/01/2010 ...

**Fig. 4.8** - Visualizzazione a sistema degli attributi associati ai P.d.M. e descritti nella precedente Tab. 4.2. Le date sono ancora da aggiornare sulla base della data di riferimento e degli anticipi (per questi ultimi si veda il successivo § 4.3.2).

Anche i Piani di Montaggio, come i Pallet, sono codificati secondo uno schema definito da Fincantieri e riportato nella seguente Fig. 4.9.

Una volta creati i Piani di montaggio, questi devono essere associati ai relativi Pallet. Ogni P.d.M. può essere associato a uno o più Pallet tramite *Drag&Drop*.

Con riferimento alla creazione dei Piani di Montaggio, si possono a questo punto individuare, analogamente a quanto visto precedentemente per i Pallet, due casi tipo a seconda della Costruzione che si sta sviluppando, ovvero:

**(A) Caso di Nave Prototipo;**

**(B) Caso di Nave Ripetuta,**

che si vanno di seguito a illustrare.

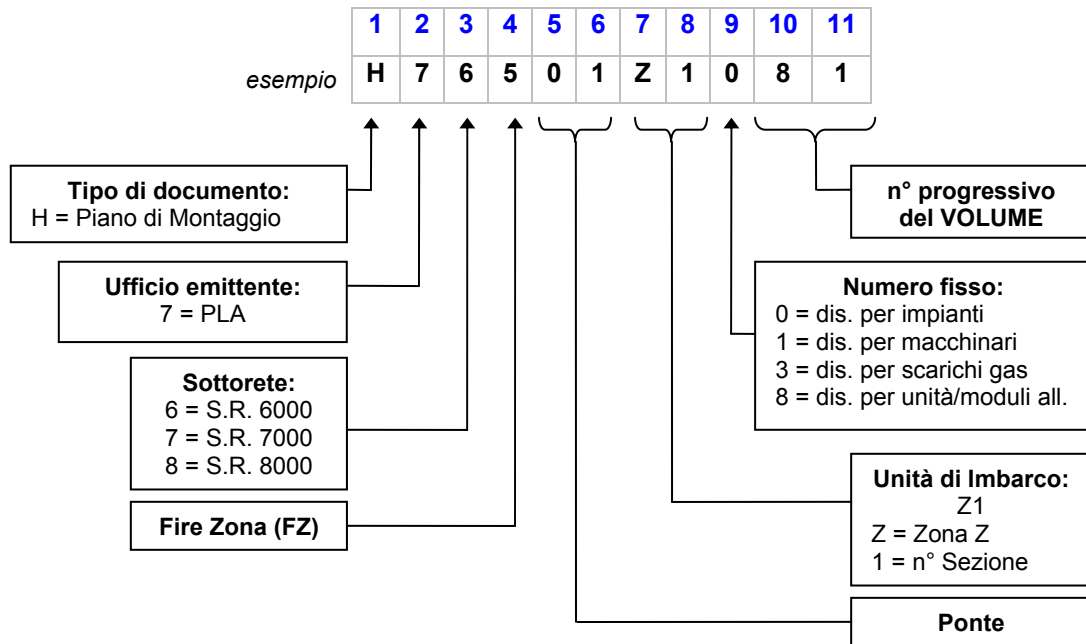
#### (A) Caso di Nave Prototipo: Creazione dei Piani di Montaggio

Non è possibile creare automaticamente dei Piani di Montaggio a partire dalla distinta di scafo o dalla Pallet List.

Nel caso di una Nave Prototipo, con il procedere della P.E. di Allestimento, bisognerà dunque creare manualmente i Piani di Montaggio, compilarli con le informazioni necessarie (gli Attributi) ed associarli infine ai Pallet tramite *Drag&Drop*.

**(B) Caso di Nave Ripetuta: Import dei Piani di Montaggio**

Nel caso di una Nave Ripetuta, i Piani di Montaggio potranno invece essere importati automaticamente, analogamente alla Pallet List, da file Excel opportunamente formattati.



**Fig. 4.9** - Struttura del codice alfa-numerico di identificazione dei Piani di Montaggio. L'esempio riportato si riferisce quindi a un P.d.M. per impianti (Numero fisso = 0) di Sottorete 6000, da montare sulla Sezione Z1 al ponte 1 nel volume 81 individuato sul Piano Generale.

## 4.2 Simulazione

Come detto all'inizio del Capitolo, le attività di pre-allestimento dei Blocchi (S.R. 6000) e delle Sezioni (S.R. 7000) in realtà sono già considerate nel sistema a livello di programmazione di scafo, ma senza un effettivo contenuto di lavoro. In particolare:

- per i **Blocchi** è già prevista la possibilità di indicare la presenza di un'attività di pre-allestimento di cui la programmazione di scafo deve tener conto. A questa attività è assegnato un tempo di attraversamento standard (in genere 80 h). Le attività di pre-allestimento Blocchi sono trattate dal simulatore come una qualunque altra attività di PRF e quindi allocate nel PAC in base alle preferenze assegnate;
- per le **Sezioni**, invece, viene assegnato un tempo di *Allestimento Residuo*, ovvero il "tempo di occupazione area" da aggiungere a quello calcolato per il solo scafo e necessario al completamento delle attività di pre-allestimento della Sezione in PRS. Questo tempo viene conteggiato a partire dalla data di "fine scafo" e, come per il caso dei Blocchi, è standard: in genere 2 settimane (10-15 giorni).

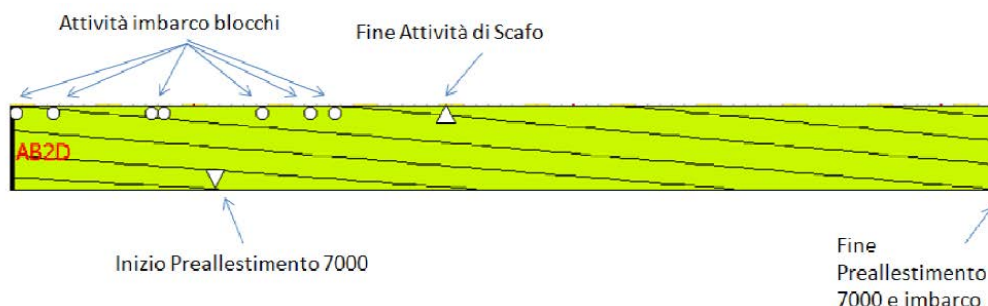
Adesso, invece, con l'introduzione dei Pallet, le Ore e gli Attraversamenti assegnati alle attività di pre-allestimento per ciascun Blocco/Sezione saranno derivati proprio dai Pallet assegnati ai Blocchi/Sezioni corrispondenti. In particolare:

- per le **attività di pre-allestimento su Blocco**:
  - la somma di  $Ore * \% inFase$  di tutti i Pallet associati al Blocco;
  - la somma di *Attraversamento* di tutti i Pallet associati al Blocco;
  - il peso di pre-allestimento, come somma di  $peso * \% inFase$  di tutti i Pallet associati al Blocco;
- per le **attività di pre-allestimento su Sezione**:
  - la somma di  $Ore * \% inFase$  di tutti i Pallet associati alla Sezione;
  - il peso di pre-allestimento, come somma di  $peso * \% inFase$  di tutti i Pallet associati alla Sezione.

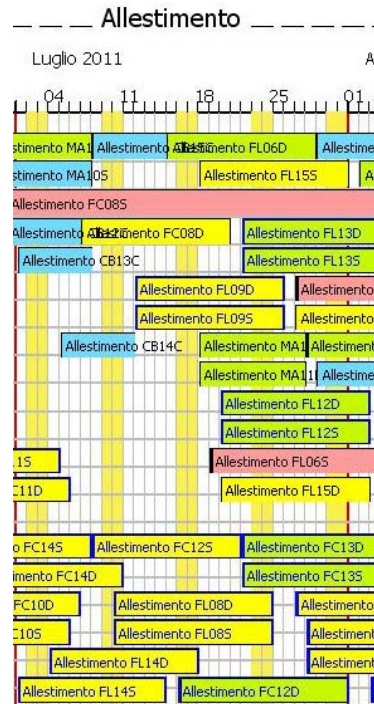
In definitiva, sarà dunque possibile effettuare una programmazione delle attività di pre-allestimento sulla base dei dati reali (o stimati) associati ai Pallet.

Il risultato di output da Tecnomatix sarà sempre un Programma Allacciamento Centri (PAC), analogo a quello che si ottiene per la programmazione di scafo, ma in cui le durate degli attraversamenti del pre-allestimento sono calcolate non più come tempi standard bensì sul contenuto di lavoro effettivo di tutti i Pallet presenti in ogni Blocco o Sezione.

Le attività di pre-allestimento delle Sezioni (Fig. 4.10) non compariranno sul PAC come specifici Gantt, diversamente dalle attività di pre-allestimento dei Blocchi (Fig. 4.11), ma saranno invece evidenziate sui "Gantt occupazione aree" di PRS con un triangolo spostabile manualmente dal pianificatore in corrispondenza della data prevista per l'inizio delle attività di pre-allestimento di S.R. 7000 (cioè di Sezione). Allo stesso modo, un altro triangolo indicherà la fine delle attività di scafo. L'utente potrà modificare in ogni momento la data di inizio pre-allestimento e fine scafo, semplicemente spostando tali riferimenti col mouse direttamente sul Gantt.



**Fig. 4.10** - Esempio di barra estratta da un "Gantt occupazione aree" di PRS. In alto, si notano gli imbarchi in Sezione dei Blocchi e il triangolo indicante la fine delle attività di scafo. In basso, invece, il triangolo che definisce in modo puntuale la data in cui iniziare le attività di pre-allestimento in Sezione.



**Fig. 4.11** - Estratto di “Gantt occupazione aree” indicante le attività di pre-allestimento dei Blocchi (S.R. 6000). I codici all’interno di ciascun Gantt sono i codici identificativi di ciascun Blocco.

### 4.3 Calcolo delle date di occorrenza dei Pallet e Programmazione dei Piani di Montaggio

#### 4.3.1 Calcolo delle Date di Occorrenza dei Pallet

Una volta eseguita la pianificazione di scafo e creato un PAC che consideri la programmazione di tutte le attività scafo, di pre-allestimento Blocchi e di pre-allestimento Sezioni, il sistema sarà in grado di desumere in automatico la data di occorrenza per ciascun Pallet presente nella Pallet List ed associato un corrispettivo elemento di scafo.

A livello di Pallet List completa, o di singola Zona, sarà presente il comando *Allineamento Date Occorrenza* che permette di allineare tutte le date dei Pallet contenuti all’interno della Pallet List o della Zona selezionata. In particolare:

- la data di occorrenza dei Pallet di 6000 verrà allineata alla data di “Fine PRF” del Blocco a cui sono associati (e che coincide con la data di inizio della S.R. 6000 indicata sul Target per U.d.I.);
- la data di occorrenza dei Pallet di 7000 verrà invece allineata alla data di “Inizio PRS” della Sezione cui sono associati.

Infine, nel caso siano stati aggiunti successivamente singoli Pallet, sarà possibile eseguire l’allineamento di questi ultimi singolarmente, operando dalla relativa tab “Allestimento” che

viene riproposta nella seguente Fig. 4.12.

**Fig. 4.12** - Tab “Allestimento” relativa ai Pallet, in cui viene evidenziato il comando per acquisire la data di occorrenza dei Pallet (“Allinea Pianificazione”; 1) sulla base della programmazione degli oggetti di scafo che il sistema legge dal PAC. Una volta acquisita la “Data di occorrenza” del Pallet (2), questa va trasmessa alla Distinta di Pianificazione (“nave viola”) attraverso il comando “Applica” (3).

Una volta definite in Tecnomatix le date di occorrenza di tutti i Pallet, la Pallet List della Costruzione potrà essere esportata in Excel, ricavando così il programma (date di occorrenza) di tutti di tutti i Pallet organizzato per Zona.

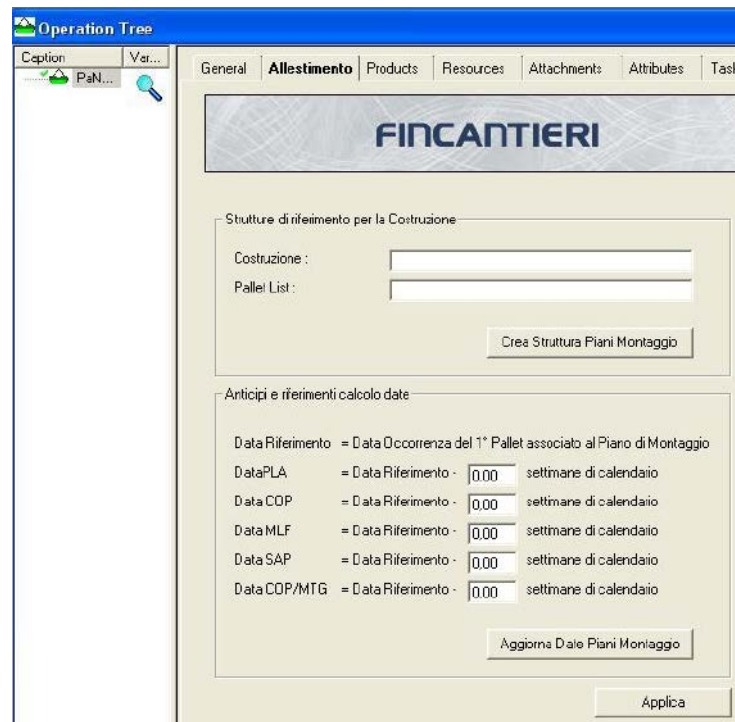
#### 4.3.2 Programma dei Piani di Montaggio

Una volta eseguita la pianificazione di scafo e creato un PAC che consideri la programmazione di tutte le attività scafo, di pre-allestimento Blocchi e di pre-allestimento Sezioni e creata la struttura dei Piani di Montaggio con associati i relativi Pallet (§ 4.1.2) il sistema sarà in grado di creare un Programma (di emissione) dei Piani di Montaggio, andando a calcolare per ciascun P.d.M. le date milestone (introdotte precedentemente in Tab. 4.2) secondo la seguente regola:

- **Data Riferimento:** è la data di occorrenza del primo Pallet associato al P.d.M. (ottenuta secondo quanto appena esposto in § 4.3.1);
- **Data PLA:** Data Riferimento - “ $x_1$ ” settimane di calendario ( $x_1 = 16$ );

- **Data COP:** Data Riferimento - “ $x_2$ ” settimane di calendario ( $x_2 = 2$ );
- **Data MLF:** Data Riferimento - “ $x_3$ ” settimane di calendario ( $x_3 = 6$ );
- **Data SAP:** Data Riferimento - “ $x_4$ ” settimane di calendario ( $x_4 = 4$ );
- **Data COP/MTG:** Data Riferimento - “ $x_5$ ” settimane di calendario ( $x_5 = 3$ );

Nella seguente Fig. 4.13 si riporta la finestra a sistema in cui andare a computare i parametri “ $x_i$ ” che portano alla definizione delle date appena elencate.



**Fig. 4.13** - Tab “Allestimento” relativa ai Piani di Montaggio in cui inserire gli anticipi

I parametri “ $x_i$ ” sono intesi in tempo assoluto cioè indipendentemente da ferie o altro, devono essere impostati dall’utente e sono associati a livello complessivo della Distinta dei Piani di Montaggio (“nave verde”).

Come nel caso della Pallet List, così pure sulla Distinta dei P.d.M. è presente il comando *Aggiorna Date* (si veda Fig. 4.13) che permette di allineare tutte le date di ogni P.d.M. secondo le regole appena elencate.

Analogamente a quanto visto per i Pallet, una volta ottenuto il Programma dei Piani di Montaggio questo potrà essere esportato in Excel, riportando tutte le date milestone indicate precedentemente. Inoltre, il programma sarà esportabile anche in MS-Project, così da averne anche un’immediata visualizzazione grafica.

**Allegati:**

## A – Sigle Tipologia Pallet

**DESCRIZIONE PER "LAM":**

<b>A</b>	1° Pallet tubi + accessori
<b>B</b>	2° Pallet tubi + accessori
<b>C</b>	3° Pallet tubi + accessori
<b>D</b>	tubi scarico fuori bordo, branchetti prese mare
<b>E</b>	tubi sestì
<b>F</b>	tubi da realizzare a bordo come schema funzionale (S.R. 6 e 7) per disegno
<b>G</b>	scarichi gas
<b>H</b>	carpenteria elettrica + accessori
<b>J</b>	chilled water accessori per tubi acciaio e nuove tecnologie
<b>K</b>	allestimento di arredamento
<b>L</b>	automazione
<b>M</b>	macchinari
<b>N</b>	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>P</b>	paglioli
<b>Q</b>	quadri elettrici ponte (area Hotel)
<b>R</b>	locker elettrici (quadri + carpenteria)
<b>S</b>	particolari allestimento scafo
<b>T</b>	mock/steck drain + accessori
<b>U</b>	pressfitting + accessori
<b>V</b>	cunipress + accessori
<b>W</b>	polipropilene + accessori
<b>X</b>	chilled water materiale grezzo (tubi acciaio)
<b>Y</b>	chilled water nuove tecnologie
<b>Z</b>	vetroresina + accessori

**DESCRIZIONE PER "HOTEL":**

<b>A</b>	1° Pallet tubi + accessori
<b>B</b>	2° Pallet tubi + accessori
<b>C</b>	3° Pallet tubi + accessori
<b>D</b>	tubi scarico fuori bordo, branchetti prese mare
<b>E</b>	tubi sestì
<b>F</b>	completamenti tubi acciaio nuove tecnologie bar/pantries
<b>G</b>	materiale grezzo + accessori tubi completamenti A.C.S. (AC-Station)
<b>H</b>	carpenteria elettrica + accessori
<b>J</b>	materiale grezzo + accessori tubi lavaggio alta pressione
<b>K</b>	allestimento di arredamento
<b>L</b>	automazione
<b>M</b>	macchinari
<b>N</b>	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>P</b>	paglioli
<b>Q</b>	quadri elettrici ponte (area Hotel)
<b>R</b>	locker elettrici (quadri + carpenteria)
<b>S</b>	particolari allestimento scafo
<b>T</b>	mock/steck drain + accessori
<b>U</b>	pressfitting/cunipress + accessori
<b>V</b>	tubi vari e nuove tecnologie + accessori per piscine/jacuzzi
<b>W</b>	polipropilene + accessori
<b>X</b>	chilled water materiale grezzo (tubi acciaio) + accessori
<b>Y</b>	chilled water nuove tecnologie + accessori
<b>Z</b>	vetroresina + accessori



## B – Tipologie di Pallet da utilizzate e attivate in Tecnomatix

S.R. 6000

<b>DESCRIZIONE PER "LAM":</b>	
<b>A</b>	1° Pallet tubi + accessori (PALLET DI BLOCCO; nel caso di Doppio Fondo (DF) è quello "DENTRO" al DF)
<b>B</b>	2° Pallet tubi + accessori (PALLET DI BLOCCO; nel caso di DF è quello SOPRA il cielo del DF)
<b>C</b>	3° Pallet tubi + accessori
<b>D</b>	tubi scarico fuori bordo, branchetti prese mare (NON PER BLOCCHI DI DF)
<b>E</b>	NON UTILIZZARE (*)
<b>F</b>	NON UTILIZZARE
<b>G</b>	NON UTILIZZARE
<b>H</b>	NON UTILIZZARE
<b>J</b>	NON UTILIZZARE
<b>K</b>	NON UTILIZZARE
<b>L</b>	automazione
<b>M</b>	NON UTILIZZARE
<b>N</b>	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>P</b>	NON UTILIZZARE
<b>Q</b>	NON UTILIZZARE
<b>R</b>	NON UTILIZZARE
<b>S</b>	particolari allestimento scafo (BASAMENTI SONO SEMPRE QUELLI SOPRA BLOCCO, cioè SOPRA IL PIANO DEL CALPESTIO)
<b>T</b>	NON UTILIZZARE
<b>U</b>	NON UTILIZZARE
<b>V</b>	NON UTILIZZARE
<b>W</b>	NON UTILIZZARE
<b>X</b>	NON UTILIZZARE
<b>Y</b>	NON UTILIZZARE
<b>Z</b>	vetroresina + accessori (UTILIZZABILE SOLO SE NECESSARIO PER MOTIVI DI COORDINAMENTO; DI SOLITO SOLO PER LA ZONA "G")

(\*) tipologia non attivata nella Sottorete.

**S.R. 7000 – LAM**

<b>DESCRIZIONE PER "LAM":</b>	
<b>A</b>	1° Pallet tubi + accessori
<b>B</b>	2° Pallet tubi + accessori
<b>C</b>	3° Pallet tubi + accessori
<b>D</b>	NON UTILIZZARE
<b>E</b>	tubi sestì (SOLO PER PALLET DI S.R. 1000)
<b>F</b>	NON UTILIZZARE
<b>G</b>	scarichi gas (SOLO PER LOCALI DD/GG e COFANI)
<b>H</b>	carpenteria elettrica + accessori
<b>J</b>	chilled water accessori per tubi acciaio e nuove tecnologie
<b>K</b>	allestimento di arredamento
<b>L</b>	NON UTILIZZARE
<b>M</b>	macchinari
<b>N</b>	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>P</b>	paglioli
<b>Q</b>	NON UTILIZZARE
<b>R</b>	NON UTILIZZARE
<b>S</b>	NON UTILIZZARE
<b>T</b>	mock/steck drain + accessori
<b>U</b>	pressfitting + accessori
<b>V</b>	cunipress + accessori
<b>W</b>	polipropilene + accessori
<b>X</b>	chilled water materiale grezzo (tubi acciaio)
<b>Y</b>	chilled water nuove tecnologie
<b>Z</b>	vetroresina + accessori

## S.R. 7000 – Locali HOTEL (FAM)

<b>DESCRIZIONE PER "HOTEL":</b>	
<b>A</b>	1° Pallet tubi + accessori
<b>B</b>	2° Pallet tubi + accessori
<b>C</b>	3° Pallet tubi + accessori
<b>D</b>	NON UTILIZZARE
<b>E</b>	tubi sestri (SOLO PER PALLET DI S.R. 1000)
<b>F</b>	completamenti tubi acciaio nuove tecnologie bar/pantries
<b>G</b>	materiale grezzo + accessori tubi completamenti A.C.S. (AC-Station)
<b>H</b>	carpenteria elettrica + accessori
<b>J</b>	materiale grezzo + accessori tubi lavaggio alta pressione
<b>K</b>	allestimento di arredamento
<b>L</b>	NON UTILIZZARE
<b>M</b>	macchinari
<b>N</b>	carpenterie (scale, passi d'uomo, ecc.)
<b>P</b>	paglioli
<b>Q</b>	quadri elettrici ponte (area Hotel)
<b>R</b>	locker elettrici (quadri + carpenteria)
<b>S</b>	particolari allestimento scafo
<b>T</b>	mock/steck drain + accessori
<b>U</b>	pressfitting/cunipress + accessori
<b>V</b>	tubi vari e nuove tecnologie + accessori per piscine/jacuzzi
<b>W</b>	polipropilene + accessori
<b>X</b>	chilled water materiale grezzo (tubi acciaio) + accessori
<b>Y</b>	chilled water nuove tecnologie + accessori
<b>Z</b>	vetroresina + accessori

**C – Codifiche dei Pallet in base alla S.R. di appartenenza**

<b>CODIFICA DEI PALLET:</b>													
Pallet di S.R. 6000	Lista	Ufficio	S.R.	FZ	Zona	Codice Blocco						Tipo Pallet	
						6	7	8	9	10	11		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
	α	n	n	n	α	α	α	n	n	α	α	α	
<i>esempio</i>	F	7	6	3	E	F	L	1	1	S	L	L	
Pallet di S.R. 1000/7000	Lista	Ufficio	S.R.	FZ	Zona	Disegno						Tipo Pallet	Mestiere
						6	7	8	9	10	11		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
	α	n	n	n	α	n	n	α	α	α / n (*)	α	α	
	F	7	7	5	Z	8	1	A	S	1	A	A	
<i>esempio</i>	F	7	1	6	Z	4	1	A	S	4	A	A	
Pallet di S.R. 8000 (Unità/Moduli di montaggio)	Lista	Ufficio	S.R.	FZ	Zona	Disegno						Tipo Pallet	
						6	7	8	9	10	11		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
	α	n	n	n	α	n	n	α	n	α	α	α	
	F	7	8	5	Z	8	5	M	1	1	J	J	
<i>esempio</i>	F	7	8	5	Z	8	6	U	1	2	J	J	

**Legenda:**  
 α: carattere alfabetico; n: carattere numerico;  
 (\*) per 7000 → α / n = Sezione; per 1000 → n = Stadio (S4, S5, ecc.)

Lista: categoria di lista; F = MLF, S = MLS, ecc.	Codice Blocco: 6,7 = Famiglia Blocco (FL = Fondo Laterale)
Ufficio: 7 = PLA	8,9 = Numero Anello (01 - 99)
S.R.: Sottorete; 6 = S.R. 6000, 7 = S.R. 7000	10 = S: sinistro; C: centrale; D: destro
FZ: Fire Zona	Disegno: ultime due cifre Piano di Montaggio relativo
Unità Mon.: M = Modulo di montaggio U = Unità di montaggio	Tipo Pallet: tipologia Pallet (vd. tabelle precedenti)
Montaggio: per 7000 → S = in deroga; T = chiavi in mano per 1000 → S = in deroga	Mestiere: A=Allestitore, E=Elettricista; M=Montatore Meccanico; P=Carpentiere Navale; S=Saldatore



## Capitolo 5

# Caso applicativo: test dell'implementazione Allestimento su nave da crociera Prototipo

L'implementazione della parte Allestimento in Tecnomatix è stata rilasciata all'Ufficio Metodi Centrale nei primi mesi del 2011. La prima attività eseguita sulla nuova versione del sistema così implementato, è stata dunque quella di testare lo strumento per verificarne la congruenza con la Specifica Funzionale concordata tra Fincantieri e Siemens (i cui fondamentali sono stati descritti nel precedente Capitolo 4), con il fine di evidenziare eventuali malfunzionamenti e individuare le modifiche e i possibili miglioramenti da apportare al programma, prima di un suo rilascio definitivo a livello operativo.

Per fare ciò, è stata presa in esame una nave da crociera Prototipo di prossima costruzione focalizzando l'attenzione su una Zona specifica.

Nel presente Capitolo si riportano le attività svolte per testare il sistema andando così, di fatto, a illustrare la modalità di utilizzo operativo del programma per quanto concerne questa nuova implementazione, riportando infine le considerazioni emerse e, sulla base di queste, le richieste di modifica/miglioramento avanzate a Siemens.

### **5.1 La Costruzione in esame: C.6223**

La Costruzione presa in esame per svolgere i primi test sull'implementazione dell'Allestimento in Tecnomatix è una nave da crociera Prototipo.

Si tratta della prima di due nuove unità acquisite ufficialmente da Fincantieri a maggio 2010, nonché le uniche nuove commesse acquisite dal Gruppo per il mercato cruise nel corso dello

stesso anno, a dimostrazione del difficilissimo momento congiunturale che affligge, a partire dal 2008, il settore della cantieristica navale e in particolar modo quello delle navi da crociera e dei traghetti.

Le due nuove unità, di 141000 tsl e della capacità di 3600 passeggeri, saranno le più grandi navi da crociera mai realizzate da Fincantieri e le ammiraglie della flotta *Princess Cruises*, brand del Gruppo *Carnival*<sup>24</sup>. Con consegna prevista rispettivamente nella primavera del 2013 e del 2014, queste navi saranno, proprio in quanto prototipi, tra le più esclusive e innovative al mondo. Il design, che pur riprende alcuni elementi che hanno contribuito al successo delle ultime navi realizzate da Fincantieri per la società armatrice, è stato completamente rivisitato per sviluppare un prodotto di categoria superiore. In tal senso, tutte le cabine esterne saranno dotate di balcone privato, raggiungendo così la percentuale dell'80% sul totale, e saranno ingranditi e arricchiti l'atrio centrale, il centro benessere e i ristoranti.

Il layout esterno della Costruzione viene presentato nella seguente Fig. 5.1, mentre in Tab. 5.1 vengono riportati i dati principali della nave.

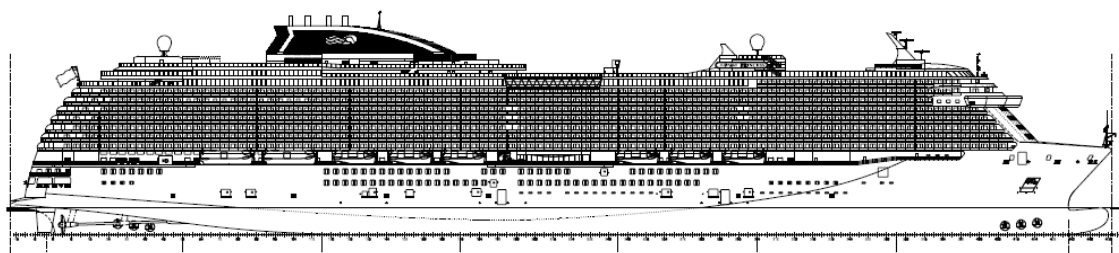


Fig. 5.1 - Layout longitudinale della C.6223.

Stazza Lorda	141000 tsl
Lunghezza tra le perpendicolari	306 m
Larghezza	38.40 m
Altezza	47.26 m
Immersione	8.30 m
Velocità massima	23 kn
Potenza propulsiva	2 MEP x 18 MW
Tipologia APP	Diesel / Elettrico
Registro di Classifica	Lloyd's Register

Tab. 5.1 - Caratteristiche principali della C.6223.

<sup>24</sup> Carnival Corporation & plc è il più importante gruppo amatoriale al mondo. Al suo interno annovera prestigiosi brand come Carnival Cruise Lines, Costa Crociere, Holland America Line, Princess Cruises, P&O Cruises, Cunard. Ha una flotta in esercizio di 95 unità e ulteriori 12 navi si aggiungeranno alla flotta nel periodo compreso tra maggio del 2010 e la primavera del 2014.

## 5.2 Analisi della Zona presa in esame e stesura della Pallet List

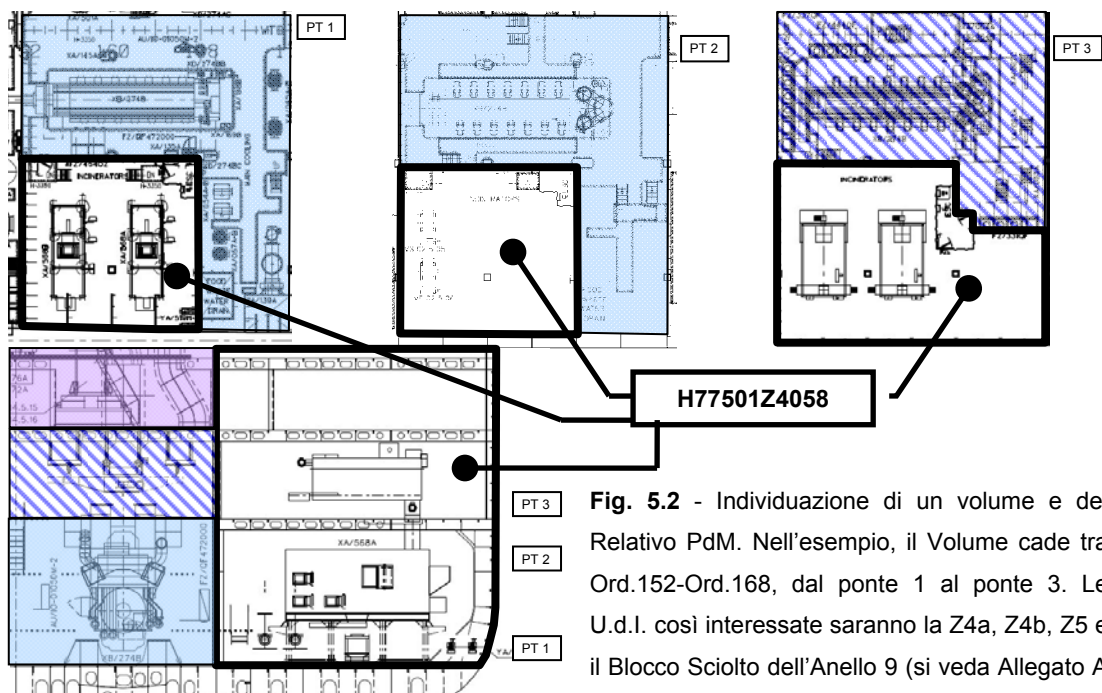
E' stata presa in esame una Zona del fondo comprendente Locali di Apparato Motore, in particolare la Zona Z. Questa, trattandosi di una Zona del 1° Strato, si estende in senso longitudinale tra due paratie di compartimentazione (si veda § 2.3 – Suddivisione Nave in Anelli, Unità d'Imbarco e Zone) dall'Ord 96 all' Ord. 176. In senso verticale, invece, si estende dalla Base Line al ponte 3. Si rimanda all'Allegato A e alla Tavola 4 dell'Allegato E per la visualizzazione della Zona Z.

La Zona Z comprende: i gruppi Diesel-Generatori, gli impianti di depurazione HFO (Heavy Fuel Oil), le casse di servizio di prora, l'inceneritore di bordo, l'evaporatore di poppa, l'impianto di trattamento sentina, le sale dei Quadri Elettrici principali, il magazzino e l'officina di macchina.

In Allegato D vengono riportate le viste in pianta sui tre ponti della Zona in esame, estratte dal Piano Generale della nave, in cui è possibile visualizzare gli impianti appena citati.

Come descritto nel Capitolo 2 (§ 2.4.2 – Pallet Meeting), l'Ufficio tecnico PLA di Stabilimento, coadiuvato da STA-MET, è l'ente tecnico responsabile della suddivisione delle aree (di Locale Apparato Motore e Hotel) in più Volumi omogenei. A ogni volume così individuato corrisponderà un Piano di Montaggio cui saranno associati più Pallet di materiali (tutti quelli necessari ad allestire quel determinato volume).

Si è quindi proceduto acquisendo dal PLA la suddivisione per Piani di Montaggio inerente alla Zona Z, di cui se ne riporta un esempio nella seguente Fig. 5.2.



**Fig. 5.2** - Individuazione di un volume e del Relativo PdM. Nell'esempio, il Volume cade tra Ord.152-Ord.168, dal ponte 1 al ponte 3. Le U.d.I. così interessate saranno la Z4a, Z4b, Z5 e il Blocco Sciolto dell'Anello 9 (si veda Allegato A e Tavola 4 in Allegato E).



Si rimanda all’Allegato D per la visualizzazione di alcuni degli altri P.d.M. individuati.

A questo punto, in collaborazione con un responsabile della P.E. di Allestimento e con l’ausilio di un’apposita applicazione sviluppata in Excel (si veda Fig. 5.3), per ogni P.d.M. si è andati a verificare che fosse stata eseguita la Palletizzazione. Per alcuni di essi, tale lavoro non era stato ancora svolto. Si è quindi proceduto andando a completare la Palletizzazione, individuando e assegnando le tipologie di Pallet possibili (A, B, C, ecc.) per Sottorete (1000, 7000 e 6000, indicando per quest’ultima il Blocco specifico cui verranno attribuiti i Pallet), a seconda dell’impiantistica presente nel relativo volume (studio del Piano Generale con l’ausilio anche dei Cicli di Lavoro; si vedano Allegati D e E).

Sulla base quindi delle tipologie di Pallet indicati, del codice del Piano di Montaggio e della Sottorete, l’applicazione crea in automatico la lista di Pallet (vuoti, cioè senza materiali) associati al relativo Piano di Montaggio, ciascuno codificato secondo lo standard di codifica già presentato nel Capitolo 4 e riportato di seguito in Allegato F.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1			Laboratorio	013	<b>H76501Z4058</b>	lung			Ponti/Limiti	01-05		Titolo Layout:	<b>ZONA Z INCENERITORE</b>				
2			Costruzione	6223	LOC. INCENERITORE ORD132:176	2B			Sez. Scalo Coirwoke	Z4+Z5+R.2			per modificare desc				
			Pulisci		<b>Aggiorna</b>												
			Riattivare Pulisci?														
			Istruzioni: FASE 0 :Completare i campi azzurri delle prime due righe + indicare con una <b>X</b> i disegni H7 da creare:		Istruzioni: FASE 1 :Mettere una <b>X</b> per creare la lista MLP; se in foglio "sigle pallet" una sigla è indicata come pallet tubi si genera automaticamente anche la MLP; per creare anche la MLO sostituire la X con una												
3				H71	<b>O</b>												
4					SR1000												
5				H77	SR 1000					X							
6			H7501Z4058	H77	SR7000												
7				H76	SR 7000	X	X	X						X			
8			H7501Z4058	H76	<b>BLOCCHI X SR6000</b>												
9					FL09D		X										
10	B7		non previsto		LB09D	X											X
11					MA09D	X											
12	H7 Macch		non previsto		CC09C			X									
13					CD09C	X											
14	H7 Macch		H7501Z4158		MD09D	X											
15			PdM Macch SR1 LOC. INCENERITORE ORD132:176														
16	H7 SC Gas		H7501Z4358														
17			PdM SCG Gas LOC. INCENERITORE ORD132:176														
18	G7 Pagl		G7C540Z58														
19			PdM Pagl LOC. INCENERITORE ORD132:176	H70													
20	H70		H70501Z4058	H70													

**Fig. 5.3** - Esempio di individuazione dei “Tipi Pallet”, per le diverse Sottoreti (1000, 7000 e 6000, indicando per quest’ultima i singoli Blocchi), per il Piano di Montaggio H76501Z4058, associato al volume indicato nella precedente Fig. 5.2.

Per ogni Piano di Montaggio della Zona Z sono stati generati i relativi Pallet.

In seguito, è stato predisposto il file di import per Tecnomatix, in cui è stato inserito l’elenco completo di tutti i Pallet generati per la Zona presa in esame (Pallet List della Zona Z): complessivamente si tratta di 422 Pallet.

I dati principali riportati in tale file sono:

- il **codice del Pallet**
- la **descrizione del Pallet**

- la **Zona**
- il **codice del Piano di Montaggio** relativo
- l'**oggetto di scafo** (Blocco/Sezione) a cui è assegnato il Pallet, estraibile direttamente dal codice Pallet (si veda Allegato F)
- il **Tipo Pallet**
- la **sottorete**
- il **numero di pezzi** (o i **metri**)
- il **peso** (in kg) del Pallet completo
- le **Ore totali** (stimate) per il montaggio di ogni singolo Pallet

Ora, com'è stato ricordato poco sopra, i Pallet così generati sono vuoti, cioè senza alcun materiale caricato al loro interno. Il riempimento dei Pallet con i relativi materiali è di competenza del PLA di Stabilimento (si veda § 2.4.2 – Pallet Meeting). Non essendo ancora stata effettuata questa attività per la Zona considerata, ma trattandosi allo stesso tempo di un dato indispensabile per verificare l'operatività dell'implementazione dell'Allestimento nel sistema, prima di effettuare l'import in Tecnomatix si è proceduto definendo il numero di pezzi (o metri, a seconda del Pallet), il peso (complessivo) dei pezzi e le ore necessarie al loro montaggio. Tale attività, è stata eseguita sulla base di dati storici e dell'esperienza dei tecnici Fincantieri. I valori immessi (soprattutto per quanto riguarda la numerosità e i metri) rappresentano quindi solo una prima stima iniziale di quello che potrà essere l'effettivo contenuto dei diversi Pallet (contenuto che, come ricordato poco sopra, sarà definito in via definitiva dal PLA).

### **5.3 Test di operatività del sistema Tecnomatix – Allestimento**

Nei paragrafi a seguire, si riportano tutti i passaggi eseguiti per testare il sistema. Rimane in questo modo definita una prima linea guida, seppur generale, su quella che è la modalità operativa di utilizzo del nuovo strumento. L'obiettivo, lo ricordiamo, è quello di testare il corretto funzionamento dell'implementazione secondo quanto concordato tra Fincantieri e Siemens e quindi, in tal senso:

- verificare il corretto aggiornamento del PAC sulla base dei tempi di attraversamento derivati dall'effettivo contenuto di lavoro dei Pallet.
- ottenere una programmazione delle date di occorrenza dei Pallet in funzione delle date scafo (programmate a monte);
- una definizione delle date milestones che portano al rilascio dei Piani di Montaggio (programmazione dei Piani di Montaggio);

### 5.3.1 Creazione degli oggetti Pallet List e PaNave (Distinta dei P.d.M.)

Come è già stato anticipato nel Capitolo 4 (§ 4.1.1), di tutti i Pallet della Costruzione devono essere opportunamente raccolti e associati ai corrispettivi elementi di scafo (Blocchi/Sezioni).

Allo stesso modo, anche i Piani di Montaggio (P.d.M.), cui saranno associati più Pallet, dovranno essere opportunamente catalogati secondo una “Distinta dei P.d.M.”.

Per fare ciò si è quindi proceduto creando innanzitutto all’interno del progetto “Costruzione 6223” gli oggetti **Pallet List** e **PaNave** (tasto destro mouse sulla cartella Costruzione>New, si veda la seguente Fig. 5.4), che rappresentano rispettivamente il “contenitore” in cui verrà caricata la Pallet List della Costruzione e la distinta (anch’essa per il momento vuota) dei Piani di Montaggio. L’oggetto “PaNave” viene indicato con l’icona “nave verde” come evidenziato nella seguente Fig. 5.4.



**Fig. 5.4** - Creazione degli oggetti Pallet List e PaNave (“nave verde”). Viene evidenziato anche (tratteggiato) l’oggetto “PianoMontaggio”, che verrà creato in un secondo momento (si veda § 5.3.3).

### 5.3.2 Creazione della Pallet List della C.6223

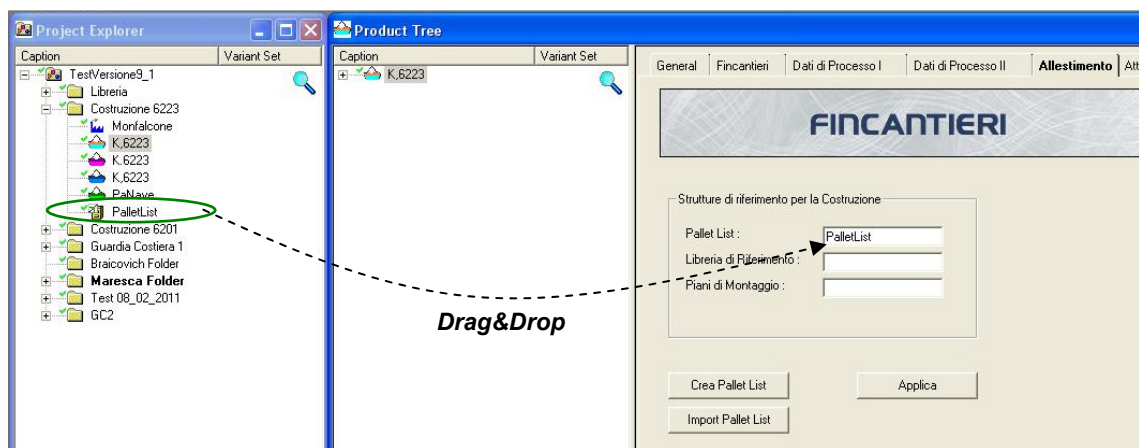
L’oggetto *Pallet List* (“contenitore vuoto”) così creato, non è legato in alcun modo alla Costruzione. Per poter caricare i Pallet, è quindi necessario, analogamente a quanto visto per lo scafo con la Distinta di Pianificazione (“nave viola”), creare l’associazione Pallet List – Costruzione. L’operazione è semplice e consiste in un *Drag&Drop* dell’oggetto Pallet List nell’apposito campo predisposto a livello di *Product Tree* (“nave arancione”) all’interno della (nuova) tab “Allestimento”. L’operazione viene illustrata nella seguente Fig. 5.5.

A questo punto è possibile procedere con la compilazione effettiva della Pallet List della Costruzione (caricamento dei Pallet<sup>25</sup>). L’operazione può venir fatta in due diversi modi,

<sup>25</sup> È in questo momento che si crea l’effettiva associazione Pallet List – Costruzione; di default la Pallet List prenderà il nome della “nave arancione”.

secondo quanto già anticipato nel Capitolo 4:

1. utilizzando una Libreria di Liste standard di Pallet (§ 4.1.1 – A);
2. importando una Pallet List realizzata esternamente al sistema (§ 4.1.1 – B) attraverso il comando “Import Pallet List” (si veda Fig. 5.5).



**Fig. 5.5** - Associazione dell'oggetto “Pallet List” alla C.6223.

Dal momento che il sistema è appena stato rilasciato, non esiste allo stato attuale una libreria di Liste standard da poter utilizzare. Sarà dunque lavoro dei prossimi mesi iniziare ad andare a creare questo tipo di struttura che poi, nel corso degli anni sulla base delle Costruzioni realizzate, andrà sempre più sviluppandosi com'è avvenuto per le Mappe di Processo di scafo. Tuttavia, con l'intento di verificare tutti gli aspetti del programma, si è deciso di testare anche questa funzionalità, andando però a operare su una Costruzione diversa dalla C.6223. Per questo motivo, trattandosi di un'analisi accessoria, la descrizione del lavoro eseguito non viene riportata in questa sede bensì in Appendice.

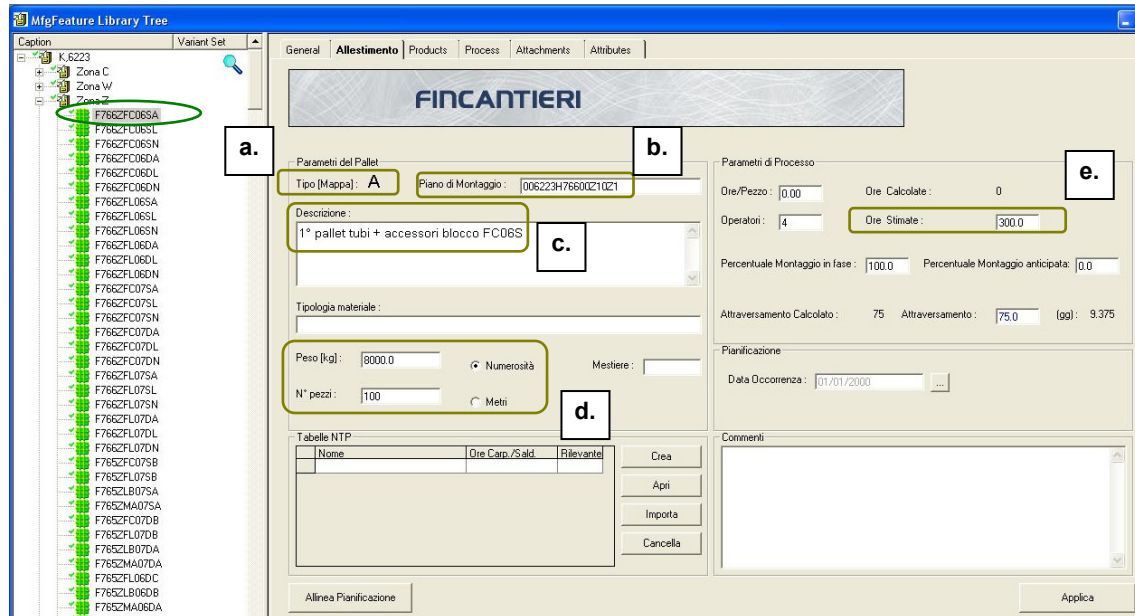
Per caricare i Pallet della C.6223, si è quindi utilizzata la seconda modalità, andando ad utilizzare la Pallet List della Zona Z preparata in precedenza esternamente al sistema (§ 5.2) e contenente già tutti i dati tecnici dei diversi Pallet (la numerosità di pezzi o i metri, il peso e le ore necessarie al montaggio).

Una volta completato l'import, l'oggetto “Pallet List” viene rinominato di default dal sistema con il nome della Costruzione (in particolare quello del *Product Tree*, in questo caso K.6223) diventando l'effettiva Pallet List della Costruzione. Al suo interno, vengono automaticamente generate tante sottolibrerie quante sono le Zone della C.6223 all'interno delle quali vengono caricati i rispettivi Pallet (si veda Fig. 5.6).

La chiave per l'associazione automatica di ogni Pallet al corrispondente oggetto di scafo (e quindi alla relativa sottolibreria per Zona nella Pallet List) è il nome di quest'ultimo (codice del Blocco o Sezione), ricavabile direttamente dal codice Pallet e riportato in un'apposita colonna del file di import che il sistema va a leggere.

Facendo riferimento alla Fig. 5.6 e al primo Pallet della Pallet List della Zona Z, i dati importati nel sistema, oltre al codice del Pallet (in questo caso F766ZFC06SA), sono:

- il Tipo (A)
- il codice del Piano di Montaggio a cui il Pallet è associato (H76600Z10Z1)
- la descrizione del Pallet
- la numerosità di pezzi e il peso (100 pz per un peso complessivo di 8000 kg)
- le ore (300 hr)



**Fig. 5.6** - Pallet List della Zona Z della C.6223 importata in Tecnomatix. In particolare, nella lista a sinistra è selezionato il primo Pallet dell'elenco le cui caratteristiche (derivate dal file di import) sono riportate negli opportuni campi a destra. Ciascun campo è editabile.

Si sono invece dovuti computare il numero di operatori (destinati al montaggio del Pallet) e la percentuale di montaggio in fase (fissata per tutti i Pallet pari al 100%).

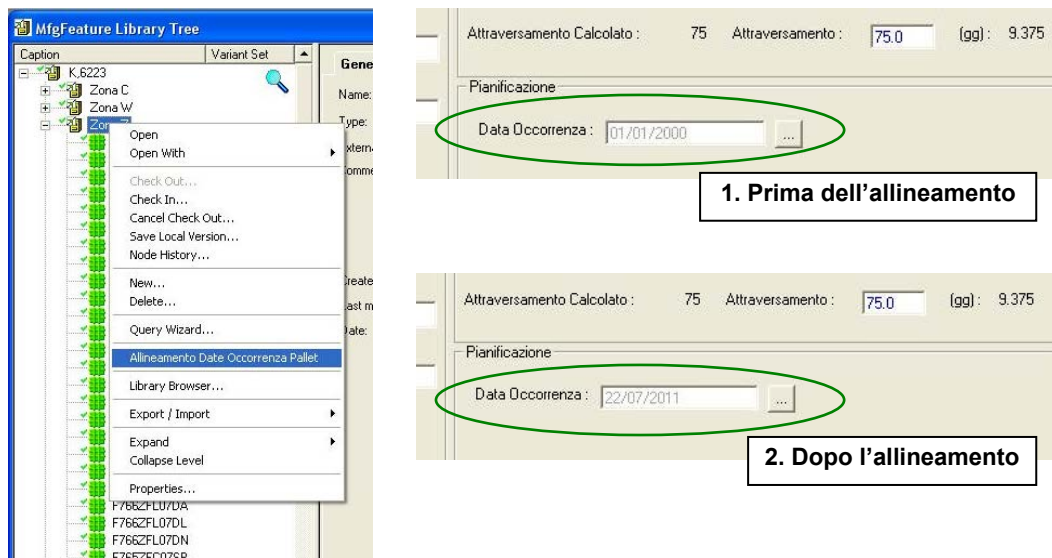
Sulla base delle Ore, del numero di operatori e della percentuale di montaggio in fase, il sistema calcola per ogni Pallet il tempo di attraversamento ( $300/4 = 75 \text{ hr} / 8 \text{ hr/gg} = 9.375 \text{ gg}$  lavorativi). Infine, sulla base della programmazione scafo (risultati della simulazione di PRS e PRF+NAV) già effettuata e caricata a sistema, è stato possibile "allineare la pianificazione" dei Pallet, ovvero determinare in automatico la data di occorrenza di tutti i Pallet della Zona Z.

Il sistema cioè, ricava la data di occorrenza dei Pallet sulla base delle date scafo presenti sul PAC, in particolare:

- la data di occorrenza dei Pallet di 6000 viene allineata alla data di "Fine PRF" del Blocco a cui sono associati;
- la data di occorrenza dei Pallet di 7000 viene allineata alla data di "Inizio PRS" della Sezione cui sono associati.

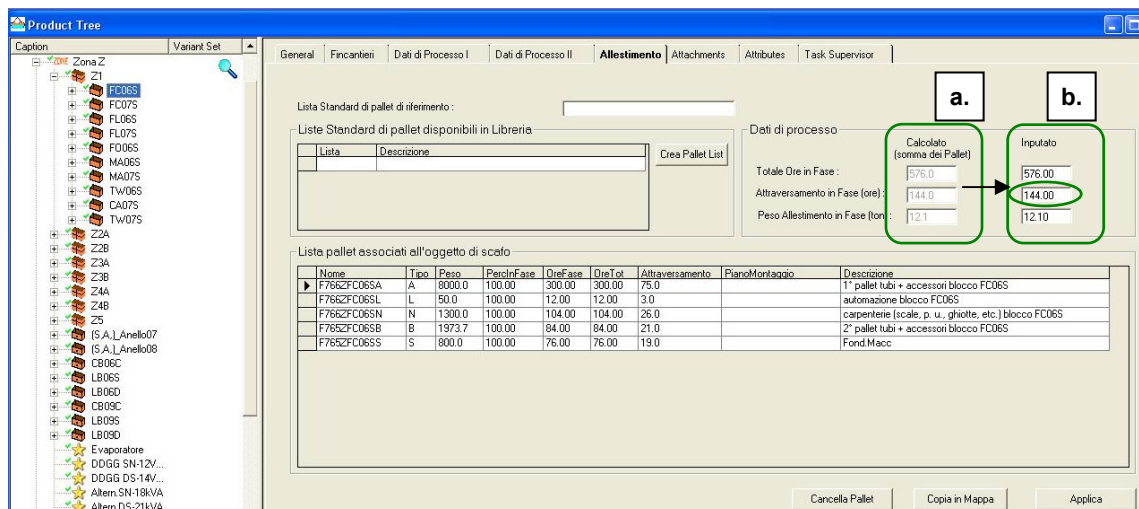
Nella seguente Fig. 5.7 viene riportata la procedura di allineamento effettuata per tutti i Pallet della Zona Z, indicando a destra la data di occorrenza prima (data di default) e dopo l'allineamento.

Tutte le date di occorrenza così definite, sono quindi trasmesse dal sistema alla Distinta di Pianificazione (“nave viola”) della Costruzione.



**Fig. 5.7** - Allineamento delle date di occorrenza dei Pallet della Zona Z della C.6223. A destra è riportato il campo della data di occorrenza del Pallet (in particolare particolare l’F766ZFC06SA della Fig. 5.6) prima e dopo l’allineamento.

Gli altri dati sono invece trasmessi e visualizzabili sul *Product Tree* in corrispondenza della tabella “Lista Pallet associati all’oggetto di scafo”. In particolare, per ogni Blocco e Sezione, saranno riportati tutti i Pallet associati a quel determinato oggetto di scafo, come si può vedere nelle seguenti Fig. 5.8 e Fig. 5.9.



**Fig. 5.8** - Tab Allestimento per il Blocco FC06S della Sezione Z1 appartenente alla Zona Z della C.6223. A questo Blocco sono associati i 5 Pallet riportati nella tabella “Lista Pallet associati all’oggetto di scafo”, ciascuno con le proprie caratteristiche.

The screenshot shows the 'Allestimento' tab in the Fincantieri software. The 'Dati di processo' section contains the following data:

Calcolato (somma dei Pallet)	Inputato
1063,6	1.868,60
401,9	401,90
47,6	47,60

The 'Lista pallet associati all'oggetto di scafo' table includes the following columns: Nome, Tipo, Peso, Percin/Peso, Ore/Fase, Ore/Tot, Attraversamento, PianoMontaggio, and Descrizione.

**Fig. 5.9** - Tab Allestimento per la Sezione Z1 appartenente alla Zona Z della C.6223. Viene evidenziato l'Attraversamento totale di pre-allestimento calcolato sulla base dei Pallet caricati sulla Sezione.

La somma delle Ore Totali, degli Attraversamenti e dei Pesì di ciascun Pallet, vengono indicati automaticamente dal sistema rispettivamente nei campi "Totale Ore in Fase", "Allestimento in Fase" e "Peso Allestimento in Fase" (a. nelle Fig. 5.8 Fig. 5.9).

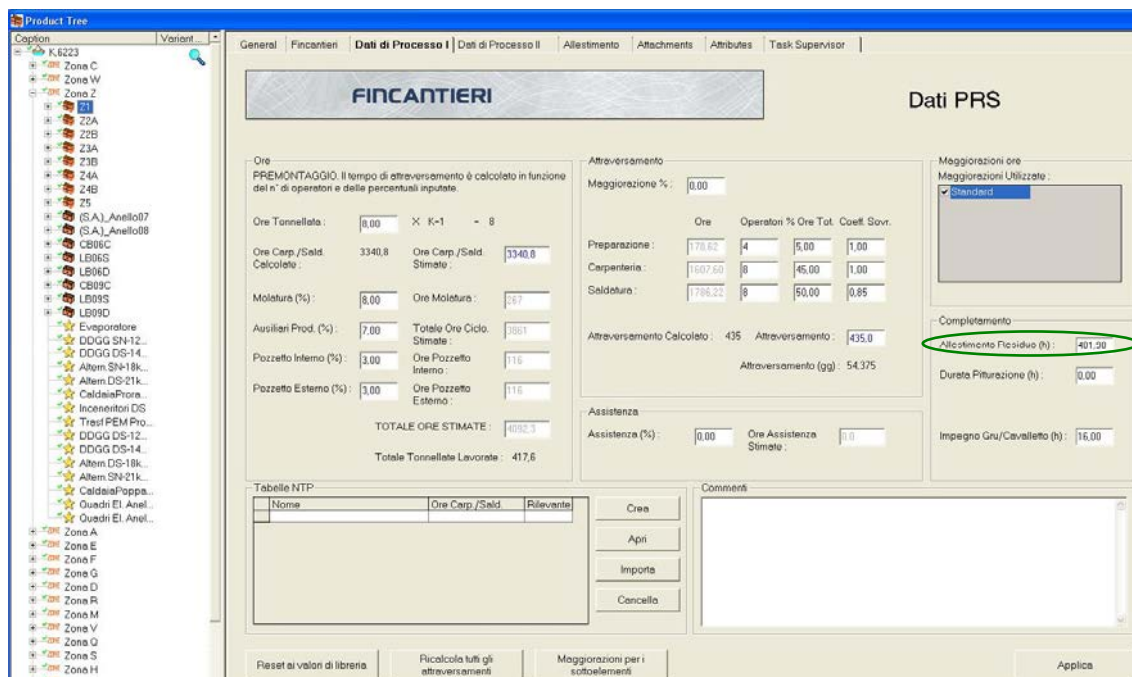
A questo punto, si è proceduto a copiare in Mappa i valori così calcolati (b. nelle Fig. 5.8 e Fig. 5.9); con ciò si intende che sono stati trasmessi alla relativa Mappa di Processo di scafo, così da venir recepiti successivamente dal simulatore (Fig. 5.10 e Fig. 5.11).

The screenshot shows the 'Dati di Processo I' tab in the Fincantieri software. The 'Dati PRF' section contains the following data:

Ore Torrellata:	Ore Carp./Sald. Calcolate:	Molatura (%):	Ausiliari Prod. (%):	Pozzetto Interno (%):	Pozzetto Esterno (%):	Attraversamento Calcolato:	Attraversamento:	Durata Allestimento (h):
10,00	320	8,00	7,00	3,00	3,00	135	144,0	144,00

The 'Durata Allestimento (h)' field is highlighted with a green circle, indicating the updated value of 144.00 hours.

**Fig. 5.10** - Tab dei dati di Prefabbricazione della Mappa del Blocco FC06S. Dopo aver "copiato in Mappa" i dati di processo dell'allestimento, legati all'effettivo contenuto di lavoro dei Pallet, il campo "Durata Allestimento" è stato aggiornato con il nuovo valore calcolato sostituendo quello precedente (80 hr standard = 10 gg).



**Fig. 5.11** -Tab dei dati di Processo della Mappa della Sezione Z1. Dopo aver “copiato in Mappa” i dati di processo dell’allestimento, legati all’effettivo contenuto di lavoro dei Pallet, il campo “Allestimento Residuo” è stato aggiornato con il nuovo valore calcolato sostituendo quello precedente (120 hr standard = 15 gg).

Con riferimento dunque al caso del Blocco FC06S e della Sezione Z1 (riportati rispettivamente in Fig. 5.10 e in Fig. 5.11), i tempi di attraversamento, che prima erano stati computati come tempi standard rispettivamente di 80 hr e 120 hr, sono passati rispettivamente a 144 hr e 401.90 hr.

La copiatura in Mappa degli attraversamenti di allestimento viene eseguita in una sola volta per tutti gli oggetti scafo della Zona attraverso un comando simile a quello visto nella precedente Fig. 5.7, questa volta però effettuato a livello di *Product Tree*. Automaticamente, quindi, tutti i dati di processo relativi al pre-allestimento di Blocchi (campo “Durata Allestimento”) e Sezioni (campo “Allestimento Residuo”, si veda Fig. 5.11, errore concettuale del sistema che verrà discusso in seguito nel § 5.5) sono stati aggiornati con i nuovi attraversamenti derivati dai Pallet caricati nella Pallet List e associati ai relativi oggetti di scafo.

### 5.3.3 Creazione della Distinta dei Piani di Montaggio della C.6223

Successivamente alla creazione della Pallet List della Zona presa in esame, si è andati a creare la Distinta dei Piani di Montaggio.

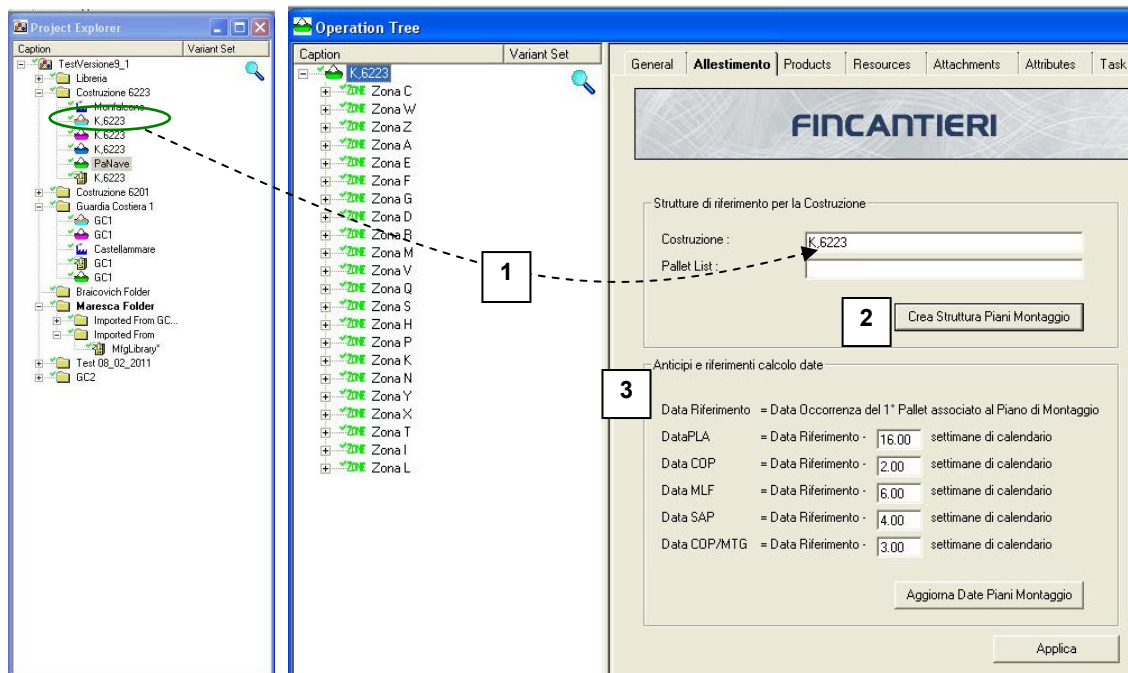
Questa, come detto nel § 5.3.1, viene rappresentata nel sistema con l’oggetto *PaNave* (“nave verde”) che deve venire innanzitutto associato alla Costruzione.

Facendo riferimento alla seguente Fig. 5.12, l’operazione è stata eseguita con un *Drag&Drop* del *Product Tree* (“nave arancione”) nell’apposito campo “Costruzione” predisposto nella tab



“Allestimento” della “nave verde” (punto 1 figura). A questo punto, dando il comando “Crea Struttura Piani di Montaggio” (punto 2 in figura), il sistema ha generato l’associazione, facendo cioè diventare la C.6223 la costruzione di riferimento per la Distinta dei Piani di Montaggio: l’oggetto *PaNave* viene automaticamente rinominato con il nome del *Product Tree* associato (K.6223) e il sistema genera tante Zone quante sono quelle caricate nel *Product Tree*.

Infine, si sono andati a computare gli anticipi standard (in settimane di calendario e in tempo assoluto, cioè indipendentemente da ferie o altro) necessari al sistema per calcolare in seguito le date milestone di ogni P.d.M. (punto 3 in figura). I valori computati sono stati definiti assieme ai pianificatori responsabili della P.E. di Allestimento.



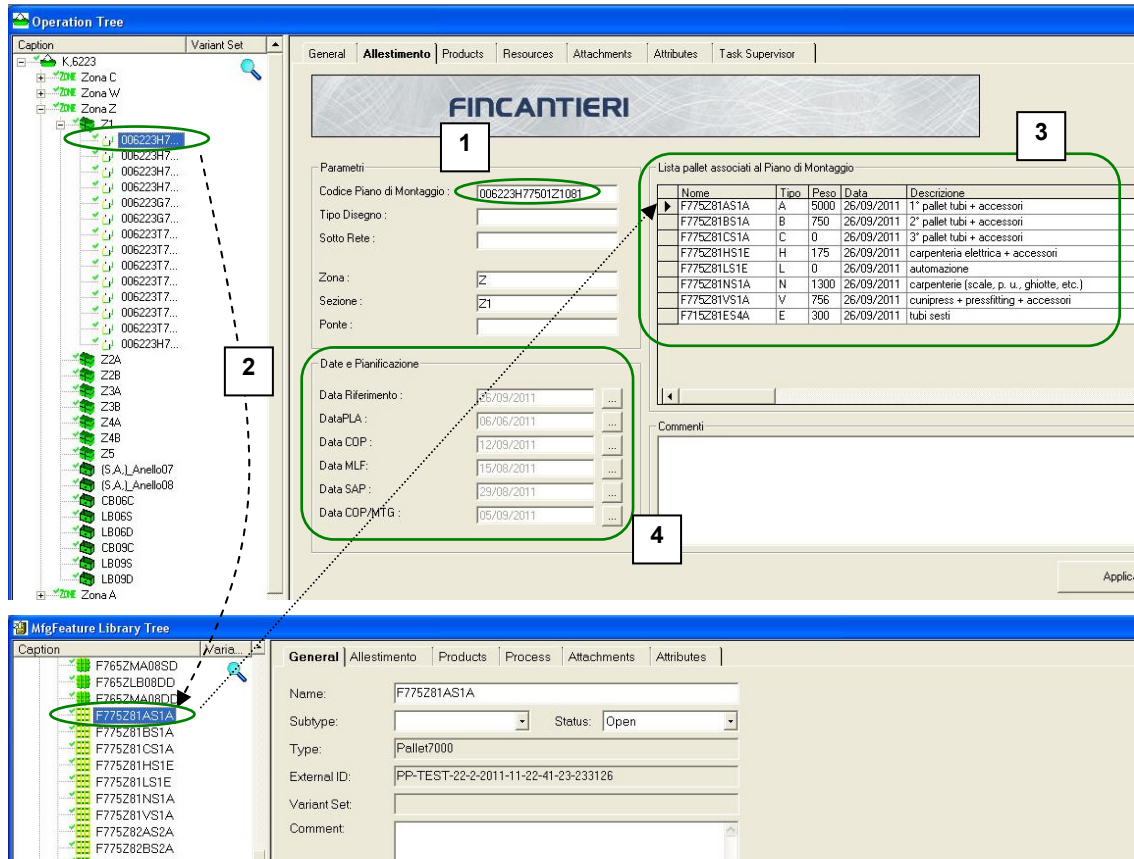
**Fig. 5.12** - Struttura della Distinta dei Piani di Montaggio, generata dopo l’associazione del *Product Tree*. Nei campi sottostanti poi, si possono leggere gli anticipi standard che sono stati computati affinché il sistema calcolasse le date milestone dei P.d.M.

Le date milestone che si andranno a ottenere, saranno calcolate rispetto alla data di occorrenza del primo Pallet associato al Piano di Montaggio (“Data di Riferimento”) e indicheranno rispettivamente (si vedano § 4.1.2 e § 4.3.2):

- Data PLA: la data limite entro cui il PLA deve emettere i documenti esecutivi per l’acquisizione e costruzione dei manufatti (i B2, e i B3): 16 settimane prima della data di riferimento.
- Data COP: la data di approntamento dei manufatti e/o dei Pallet per poter iniziare il montaggio: 2 settimane prima della data di riferimento;
- Data MLF: la data di rilascio delle liste MLF dal PLA al COP, in modo che quest’ultimo possa iniziare ad effettuare le verifiche di disponibilità a magazzino del materiale che servirà ad andare a formare i Pallet: viene fissata a 6 settimane prima della data di

riferimento;

- Data SAP: la data di immissione dei Piani di Montaggio a SAP. Corrisponde alla data in cui le liste MLF vengono ufficializzate e pubblicate a SAP ed è stata fissata a 4 settimane prima della data di riferimento;
- Data COP/MTG: la data di rilascio dei Piani di Montaggio al COP e al Centro MTG per poter iniziare le attività di pre-allestimento (montaggio dei Pallet): 3 settimane prima della data di riferimento.



**Fig. 5.13** - Associazione P.d.M. – Pallet. Nella tabella in alto a destra, il sistema riporta l'elenco di tutti i Pallet associati a quel determinato P.d.M., ciascuno con la propria "Data di Occorrenza". Di queste, quella più anticipata sarà la "Data di riferimento" utilizzata dal sistema per il calcolo delle date milestone del Piano di Montaggio (punto 4).

Con riferimento alla Sezione Z1 della Zona Z, si è quindi proceduto alla creazione manuale dei Piani di Montaggio (si veda Fig. 5.4) associati a tale Sezione e successivamente, dopo averli nominati con il relativo codice (punto 1 in Fig. 5.13), alla loro associazione tramite *Drag&Drop* a ciascun Pallet di 7000 in essi previsto (punto 2 in figura). Il sistema riporta in automatico i Pallet associati, con le relative caratteristiche, nella tabella "Lista Pallet associati al Piano di Montaggio" (punto 3 in figura).

Una volta completata l'associazione di tutti i Pallet ai relativi Piani di Montaggio, si è quindi

effettuato l'“Aggiornamento Date Piani di Montaggio” (si veda precedente Fig. 5.12).

Così facendo, il sistema legge le date di occorrenza di tutti i Pallet associati ad ogni P.d.M., individua la data del primo Pallet per quel P.d.M. che diventa così la “Data di Riferimento” e, sulla base di questa, calcola le date milestone viste in precedenza. Questo, per tutti i Piani di Montaggio caricati. Si riporta nella seguente Fig. 5.14 il particolare 4 della precedente Fig. 5.13, indicante le date milestone del Piano di Montaggio prima e dopo l'aggiornamento.

Date e Pianificazione (Default)		Date e Pianificazione (Calcolate)	
Data Riferimento :	01/01/2010	Data Riferimento :	26/09/2011
Data PLA :	01/01/2010	Data PLA :	06/06/2011
Data COP :	01/01/2010	Data COP :	12/09/2011
Data MLF :	01/01/2010	Data MLF :	15/08/2011
Data SAP :	01/01/2010	Data SAP :	29/08/2011
Data COP/MTG :	01/01/2010	Data COP/MTG :	05/09/2011

**Fig. 5.14** - Date di Pianificazione del P.d.M. di Fig. 5.13. A sinistra, le date di default prima dell'aggiornamento, a destra, quelle calcolate dal sistema sulla base degli anticipi computati e della data di occorrenza del primo Pallet associato al P.d.M. (“Data riferimento”).

## 5.4 Simulazione

Prima di effettuare la simulazione di PRS e di PRF+NAV con i nuovi tempi di attraversamento di pre-allestimento derivati dai Pallet, è stato eseguito un allineamento di tutti i dati di processo (*Operation Tree* – “nave viola”) sulla base dei nuovi attraversamenti caricati nelle Mappe di Processo. L'operazione viene illustrata nella seguente Fig. 5.15.

Una volta completata tale operazione (alcuni minuti), per accedere al simulatore ed effettuare la simulazione di PRS e PRF+NAV è stato effettuato l'“Export” dell'intero progetto verso Plant Simulation (si veda Fig. 5.16).

Secondo le modalità descritte nel Capitolo 3 (si veda § 3.5.9), una volta terminato l'Export, prima di effettuare la simulazione, si è andati a visualizzare il Programma Allacciamento Centri (PAC) elaborato dal sistema sulla base dei precedenti attraversamenti.

In particolare, si sono presi come riferimento la Sezione Z1 per quanto riguarda il pre-allestimento in S.R. 7000 e il Blocco FC06S (appartenente alla Sezione Z1) per quel che riguarda invece il pre-allestimento di S.R. 6000.

Di seguito, in Fig. 5.19 e Fig. 5.18, si riportano due estratti di dettaglio del PAC in cui è possibile visualizzare il Gantt relativo all'attraversamento della Sezione e quello relativo all'attraversamento di pre-allestimento del Blocco prima della nuova simulazione.

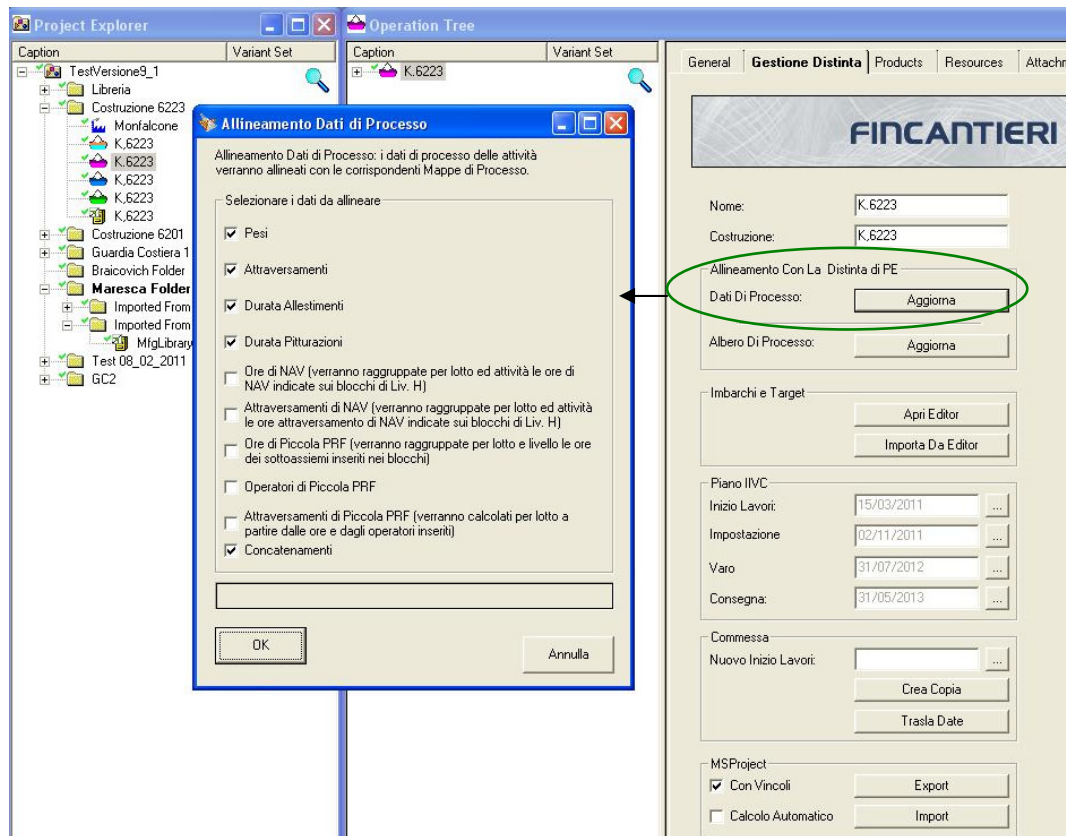


Fig. 5.15 - Aggiornamento dei dati di processo.

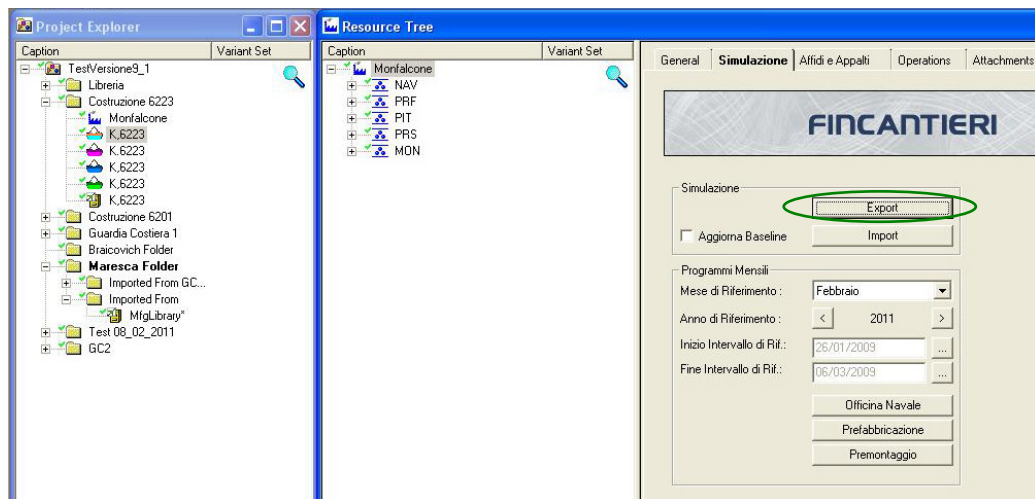
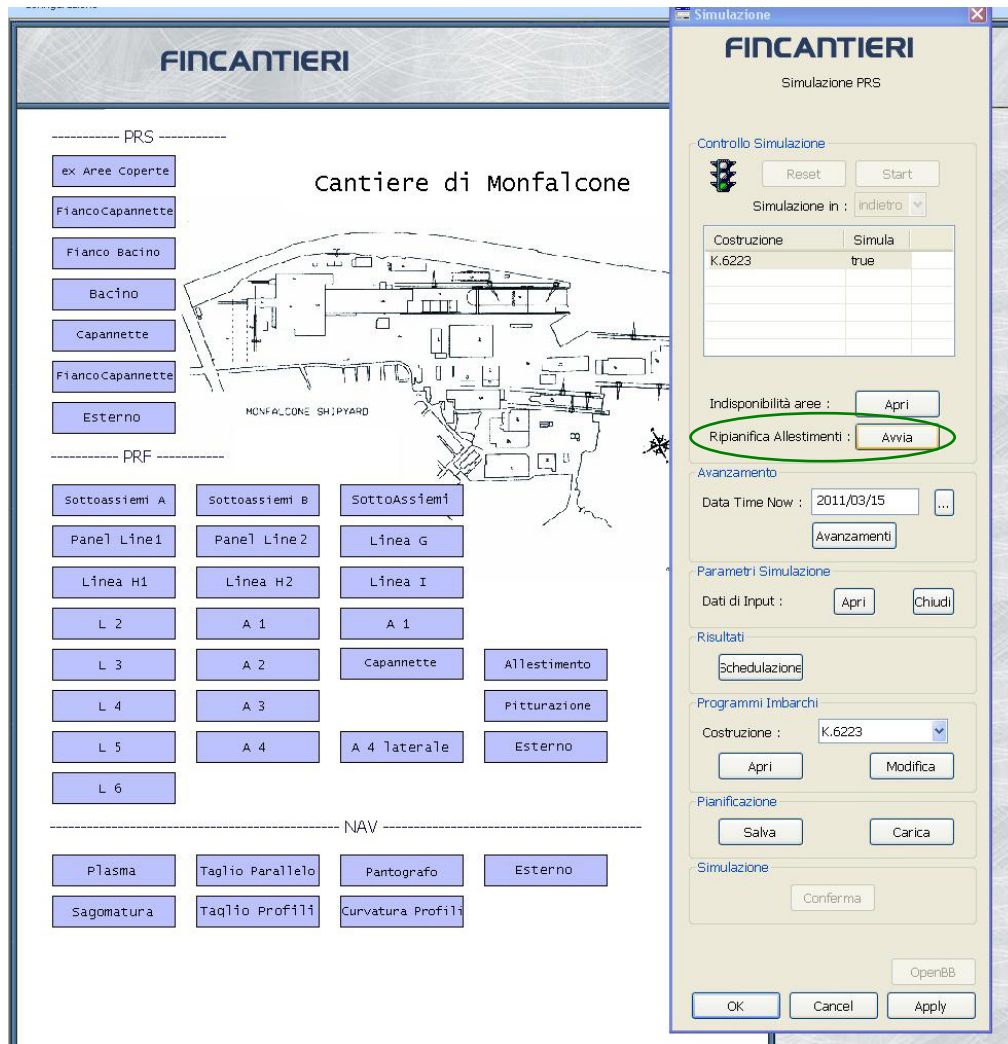


Fig. 5.16 - Export della Costruzione 6223 verso il simulatore.

Prima di visualizzare il PAC, sono state ripianificate le date degli allestimenti delle Sezioni con l'apposito comando presente sul pannello di configurazione della simulazione di PRS, introdotto in questa nuova versione implementata del sistema, (si veda Fig. 5.17). In questo modo, il cursore triangolare indicante la fine delle attività scafo viene automaticamente posizionato in corrispondenza della data pianificata di fine attività mentre quello corrispondente all'inizio del pre-allestimento di S.R. 7000 o viene allineato alla stessa data di fine scafo (ed è successivo

compito dell'utente andarlo a spostare manualmente in corrispondenza della data prevista per l'inizio delle attività di pre-allestimento sulla Sezione) o "x giorni prima della fine scafo", se viene computato un valore dall'utente.

Questo specifico punto sarà oggetto di discussione nel seguente § 5.5.



**Fig. 5.17** - Pannello di configurazione della simulazione di PRS con evidenziato il nuovo comando per ripianificare gli allestimenti.

Tornando alla visualizzazione del PAC, viene messo in evidenza l'attraversamento standard computato al Blocco FC06S della Sezione Z1, pari a 80 hr ( $80/8 \text{ [hr/gg]} = 10 \text{ gg lavorativi}$ ). Nel caso della Sezione Z1, l'attraversamento calcolato (Scafo: 54 gg + Allestimento Residuo: 15 gg) è pari a 69 gg lavorativi, con inizio il 25/8/2011 (imbarco del primo Blocco in Sezione) e imbarco in Bacino il 1/11/2011. I due triangoli indicanti la "fine scafo" e "inizio pre-allestimento 7000" sono posizionati in corrispondenza della data di "fine scafo". Avendo dato il comando "Ripianifica Allestimenti" senza computare alcun valore, i due triangoli vengono allineati alla data di fine attività scafo. L'aver compiuto tale operazione, permetterà in seguito di visualizzare bene l'errore concettuale annunciato in precedenza alla fine del § 5.3.2.

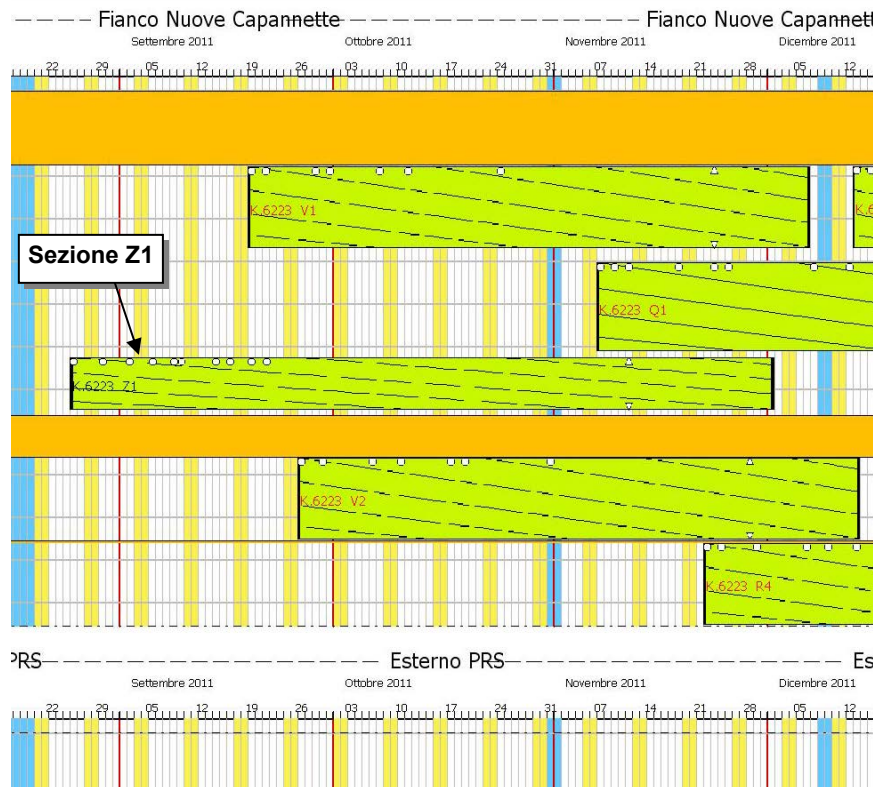


Fig. 5.18 - Particolare di dettaglio del PAC sull'area di PRS "Fianco Nuove Capannette".

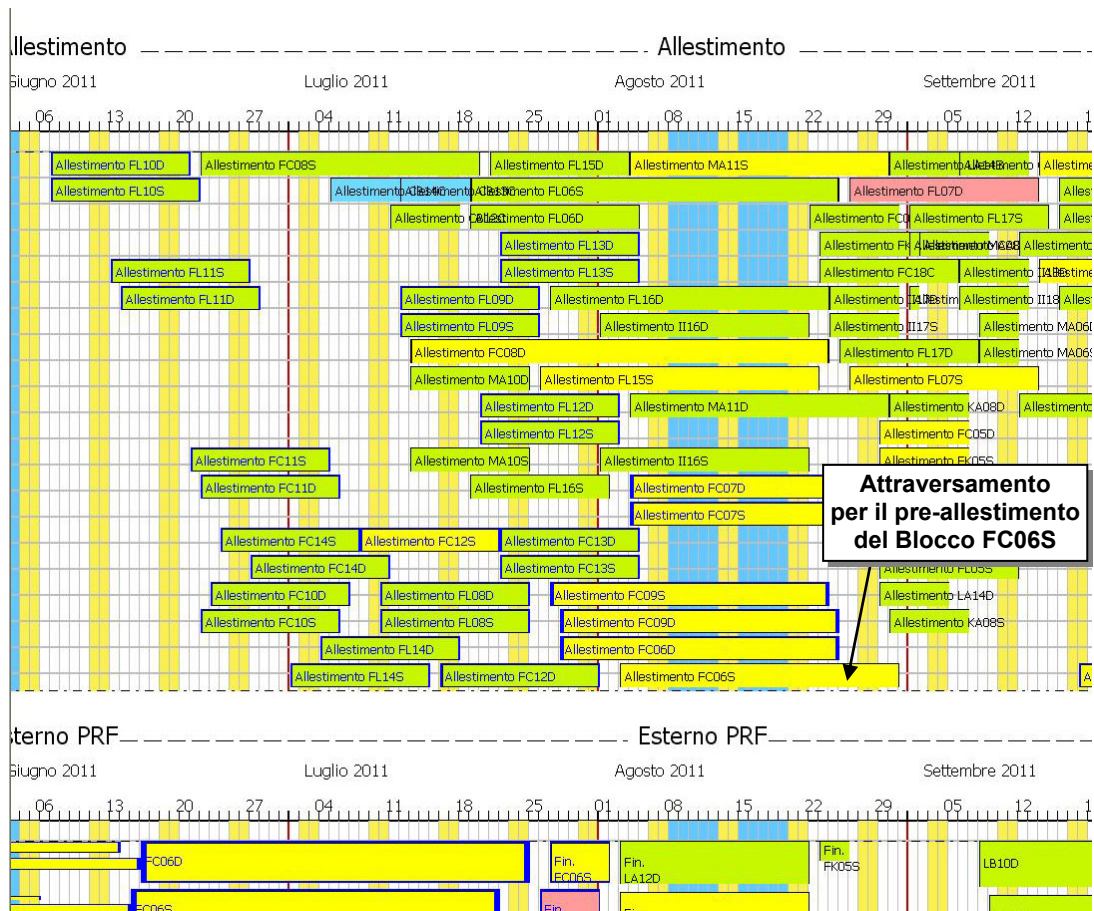


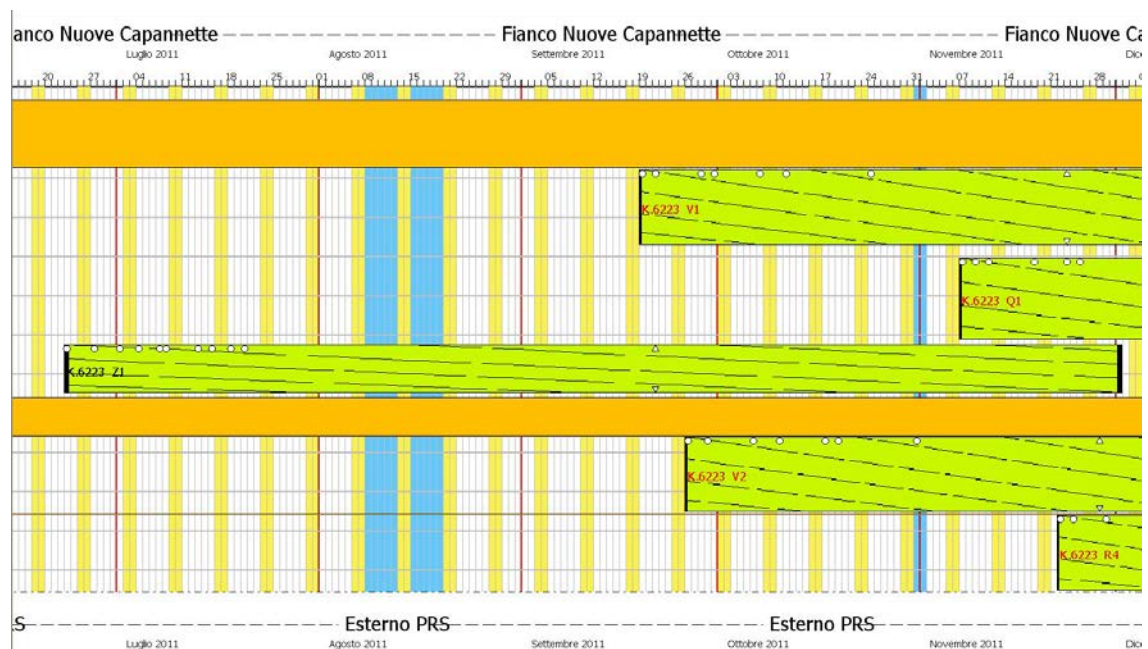
Fig. 5.19 - Particolare di dettaglio del PAC sull'area di PRF dedicata al pre-allestimento dei Blocchi.

Si è quindi proceduto effettuando le due simulazioni; nell'ordine prima quella di PRS e successivamente quella di PRF+NAV. Per la simulazione di PRS, tuttavia, a causa dell'errore riscontrato in precedenza a livello di sistema per quanto riguarda la gestione dell'attraversamento calcolato per il pre-allestimento delle Sezioni (si veda la fine del § 5.3.2), i risultati ottenuti sono da ritenersi concettualmente errati.

### **Simulazione di PRS:**

La simulazione di PRS è stata eseguita "all'indietro" (si vedano i "Criteri di Simulazione per PRS" nel § 3.5.6) e ha richiesto soli pochi secondi di elaborazione da parte del simulatore. Una volta terminata, prima di visualizzare il nuovo PAC elaborato, sono state ripianificate le date degli allestimenti delle Sezioni con l'apposito comando descritto in precedenza (si veda Fig. 5.17).

Si è quindi andati a visualizzare il PAC prendendo sempre come riferimento la Sezione Z1, il cui Gantt viene riportato nella seguente Fig. 5.20.



**Fig. 5.20** - Particolare di dettaglio del PAC. In evidenza, la Sezione Z1. L'attraversamento è errato, dal momento che viene calcolato come attraversamento di scafo + attraversamento di pre-allestimento. Il pre-allestimento dovrebbe invece iniziare circa 10 gg dopo l'inizio dello scafo.

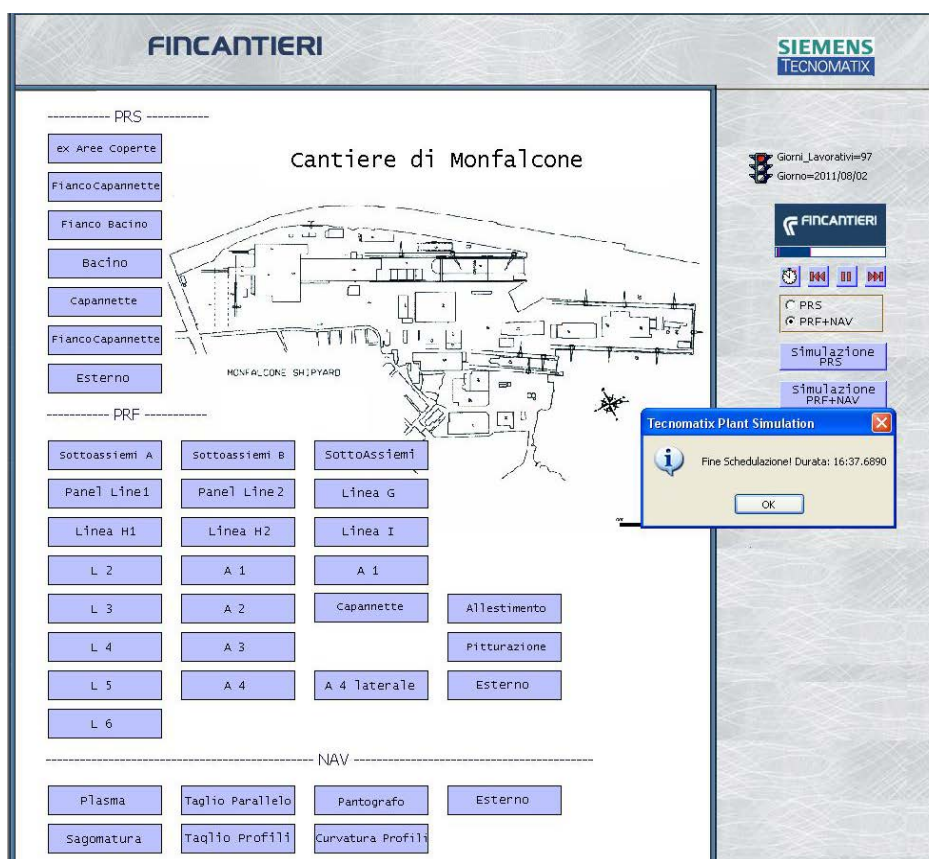
Come ci si aspettava, il sistema, andando a sostituire l'attraversamento reale necessario a tutto il pre-allestimento della Sezione (calcolato sulla base dei Pallet) al posto dell'"Attraversamento Residuo", altro non fa che sommare l'attraversamento di Scafo con quello del pre-allestimento. Questo però è chiaramente errato, dal momento che non si tratta più di un attraversamento residuo rispetto alla fine delle attività di scafo. Il nuovo attraversamento (trattandosi, lo ripetiamo, della durata necessaria al completo pre-allestimento della Sezione) dovrebbe invece incominciare 10-15 gg dopo l'imbarco del primo Blocco in Sezione.

La Fig. 5.20 è dunque solo un esempio del malfunzionamento del sistema per quel che riguarda la gestione dell'allestimento delle Sezioni. La soluzione proposta per risolvere tale incongruenza, verrà esposta nel successivo § 5.6.

A questo punto, si è usciti dal simulatore senza salvare i risultati ottenuti e si è poi effettuato nuovamente l'Export del progetto per andare a svolgere invece la simulazione di PRF+NAV.

### **Simulazione di PRF+NAV:**

La simulazione di PRF+NAV, molto più onerosa in termini di calcolo rispetto a quella di PRS, ha richiesto 16 minuti (si veda la seguente Fig. 5.21).



**Fig. 5.21** - Visualizzazione del simulatore a simulazione completata.

Una volta terminata, si è quindi andati a visualizzare il nuovo PAC elaborato focalizzando questa volta l'attenzione sul Blocco (l'FC06S). Il risultato ottenuto, viene riportato nella seguente Fig. 5.22.

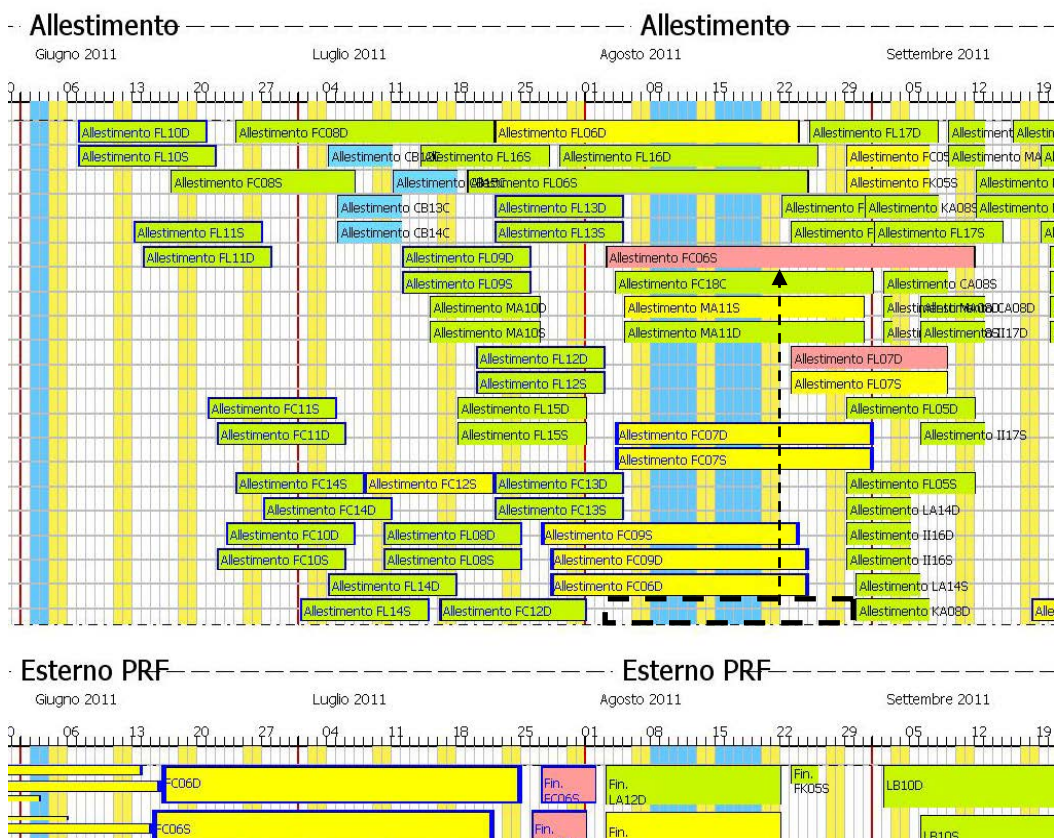
A seguito della simulazione, il simulatore effettua un riposizionamento di tutte le attività non bloccate<sup>26</sup> in funzione delle disponibilità di area e sulla base dei nuovi attraversamenti, cercando di fornire una programmazione in cui tutte le attività vengano completate in tempo su quelle successive, in modo da rispettare le date milestone di imbarco dei Blocchi finiti in Sezione. In

<sup>26</sup> Attività bloccata: viene evidenziata con un contorno blu. Si veda § 3.5.9.



particolare, anche l'attività di pre-allestimento del Blocco preso in esame è stata riposizionata. Si può notare che il nuovo attraversamento non è compatibile con le attività scafo programmate a valle (nel caso specifico la pitturazione). In altre parole, l'eccessiva durata del pre-allestimento farebbe slittare in avanti le successive attività di Scafo, ritardando, in ultima analisi, l'imbarco del Blocco finito in Sezione, data, quest'ultima, che non deve venir modificata per non rischiare di compromettere l'imbarco dell'Intera Sezione in Bacino. Il simulatore quindi indica tale attività in ritardo (colore rosso).

Per risolvere tale criticità, dunque, non potendo anticipare l'attività (ricordiamo infatti che le attività di pre-allestimento dei Blocchi, ovvero la S.R. 6000, iniziano una volta completate le attività di scafo) l'unica soluzione adottabile sarà quella di tornare sulla Pallet List e andare a modificare il numero di operatori (aumentarlo) e/o la percentuale di montaggio in fase (ridurla).



**Fig. 5.22** - Ri-programmazione dell'attività di pre-allestimento del Blocco FC06S sulla base del nuovo attraversamento calcolato sulla base dei Pallet. In particolare,  $144 \text{ hr} / 8 \text{ [hr/gg]} = 18 \text{ gg}$  lavorativi.

Se quest'ultima era fissata al 100% (come nel caso del Blocco FC06S), andandola a ridurre significa prevedere un cosiddetto "cambiofase" (§ si veda 4.1.1), ovvero di montare parte dell'allestimento previsto per quella Sottorete in una successiva. Nel caso specifico in esame (il Blocco FC06S) significherà quindi andare a montare una certa percentuale dei componenti dei Pallet in esso previsti, anziché in S.R. 6000 in una Sottorete successiva (ad esempio S.R. 7000, cioè su Sezione e in particolare in questo caso la Sezione Z1).

In conclusione, il pianificatore dovrà nell'ordine valutare prima se è possibile aumentare il

numero di operatori (per ogni officina è previsto un certo numero di personale interno Fincantieri) quindi, successivamente, prendere in considerazione di ridurre la percentuale di montaggio in fase di uno o più Pallet. Qualora nonostante questi due accorgimenti la durata di attraversamento del pre-allestimento dovesse risultare ancora eccessiva rispetto al tempo utile a disposizione (l'attività viene ancora segnalata in ritardo; colore rosso), ecco allora che si prospetterà la necessità di dover appaltare a personale esterno parte del lavoro<sup>27</sup>.

## 5.5 Principali problematiche riscontrate

A fronte di un corretto funzionamento del sistema per quanto riguarda le attività di pre-allestimento dei Blocchi, sono invece state riscontrate delle criticità per quanto concerne le Sezioni, in particolare:

1. L'attraversamento calcolato per l'Allestimento sulla base dei Pallet viene copiato in Mappa nel campo "Allestimento Residuo";
2. Il criterio del comando "Ripianifica Allestimenti", così come concepito, è concettualmente sbagliato.

Si illustrano di seguito più nel dettaglio tali punti.

1. Come si è visto, per i Blocchi viene visualizzato a livello di PAC un Gantt indicante l'attraversamento di pre-allestimento. In seguito alla computazione a sistema dei Pallet, è stato calcolato un nuovo attraversamento sulla base dell'effettivo contenuto di lavoro di questi ultimi, attraversamento che poi è stato copiato nella relativa Mappa di Processo di scafo nel campo "Durata Allestimento" (si veda Fig. 5.10) andando così a sostituire il precedente attraversamento standard.

Allo stesso modo, anche alle Sezioni sono stati associati i relativi Pallet e il sistema ha così potuto calcolare, anche per queste, l'attraversamento totale previsto per il loro pre-allestimento che anche in questo caso è stato poi copiato nella rispettiva Mappa di Processo di scafo.

A questo punto però, ci si è accorti che il campo in cui l'attraversamento viene copiato è quello dell'"Attraversamento Residuo", ovvero il campo predisposto per computare l'attraversamento di pre-allestimento necessario a completare le attività di pre-allestimento (in genere 10-15 gg) una volta terminato lo Scafo.

Si tenga presente, inoltre, che è proprio questa durata a definire, assieme all'attraversamento di scafo, la lunghezza complessiva di ciascun Gantt di PRS (ovvero la durata complessiva di una Sezione a terra prima dell'imbarco in Bacino).

E' dunque concettualmente sbagliato che il sistema vada a sovrascrivere in questo campo

---

<sup>27</sup> Le attività vengono appaltate sempre nella loro interezza e per "contenuto di lavoro omogeneo". Ciò significa, ad esempio, che se su un Blocco sono previsti 5 Pallet di cui 3 di tubi in acciaio, anche nell'ipotesi in cui bastasse appaltare solo una parte del montaggio di questi ultimi, l'appalto riguarderà tutti e 3 i Pallet completi e non, invece, solo alcuni di essi.

quello che invece risulta essere l'attraversamento complessivo necessario al pre-allestimento della Sezione.

2. Al momento del comando "Ripianifica Allestimenti" (si riveda precedente Fig. 5.17), il sistema chiede quanti giorni prima rispetto alla data di fine Scafo andare a posizionare l'inizio del pre-allestimento. Il valore computato viene quindi trasmesso a tutte le Sezioni presenti sul PAC, andando a posizionare di conseguenza l'inizio del pre-allestimento (triangolo in basso nei Gantt di PRS).

Si è però riscontrata da subito l'erroneità concettuale di questa opzione. Dal momento infatti che le durate per la realizzazione Scafo delle Sezioni non sono tutte uguali (esistono Sezioni composte da 5 Blocchi, altre da 6, altre ancora da 8), andare a computare un anticipo standard rispetto alla data di fine Scafo per determinare quella di inizio pre-allestimento porterebbe ai seguenti casi:

- per una Sezione con attività scafo di breve durata, l'inizio pre-allestimento 7000 verrebbe ad essere troppo anticipato (per assurdo, potrebbe addirittura venir posizionato prima dell'inizio della costruzione della Sezione);
- per una Sezione con attività scafo di lunga durata, l'inizio pre-allestimento 7000 verrebbe posizionato troppo in ritardo rispetto alla data utile di inizio attività.

## 5.6 Richieste di modifica e proposte di implementazione

In seguito ai test effettuati e alle problematiche riscontrate, sono state elaborate delle proposte di modifica del sistema e delle implementazioni per renderlo più efficiente. Di seguito vengono riportate quelle più significative.

### 5.6.1 Gestione del pre-allestimento delle Sezioni (S.R. 7000)

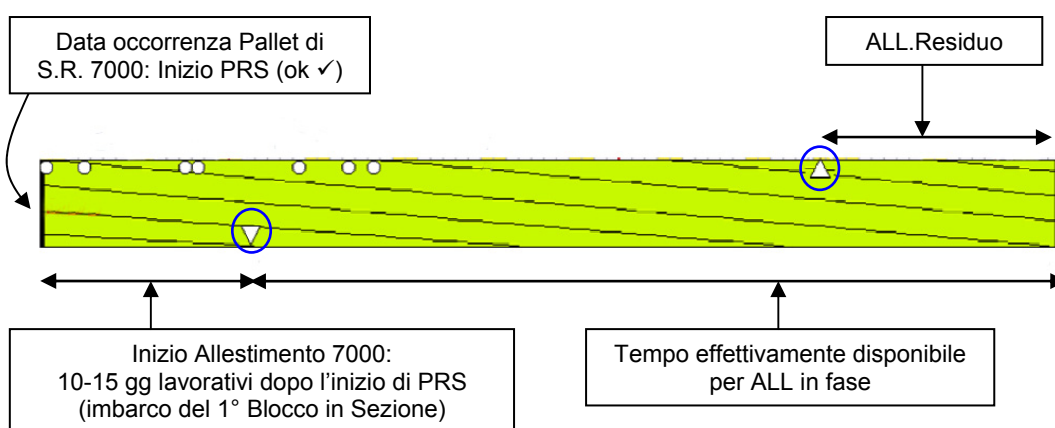
La principale richiesta di modifica riguarda la logica di gestione del pre-allestimento delle Sezioni (pre-allestimento di 7000). In particolare, dal momento che le attività di pre-allestimento delle Sezioni iniziano in genere 10-15 gg lavorativi dopo l'imbarco del primo Blocco in Sezione, il sistema, attraverso il comando "Ripianifica Allestimenti", dovrà calcolare in automatico l'inizio del pre-allestimento di 7000, andando a posizionare il relativo cursore (il triangolo) di default 10-15 gg lavorativi dopo l'inizio di PRS (imbarco del primo Blocco) per tutte le Sezioni. Successivamente, se necessario, il pianificatore potrà comunque andare a modificare manualmente l'inizio del pre-allestimento andando a spostare il cursore (triangolo) direttamente sul Gantt.

Il campo "Allestimento Residuo", presente nelle Mappe di Processo di scafo delle Sezioni, dovrà rimanere come tale e mantenere la sua attuale funzionalità, ovvero quella di definire, assieme

all'attraversamento Scafo, il tempo di attraversamento complessivo della Sezione a terra, dall'imbarco del primo Blocco (inizio PRS) all'imbarco della Sezione in Bacino.

A questo punto, dopo aver effettuato la simulazione, qualora il tempo di attraversamento di pre-allestimento (calcolato sulla base dei Pallet) risulti superiore al tempo effettivamente disponibile, il sistema dovrà automaticamente indicare le Ore di esubero, che vanno a costituire un cambio fase (in questo caso da S.R. 7000 a S.R. 1000).

Sulla base dei risultati visualizzati, sarà dunque compito del pianificatore andare a decidere se aumentare il numero di operatori, variare la percentuale di montaggio "in Fase" o prospettare la possibilità di appaltare alcune attività fino a raggiungere il miglior compromesso. La seguente Fig. 5.23 rappresenta quanto appena spiegato.



**Fig. 5.23** - Proposta di modifica per la gestione del pre-allestimento delle Sezioni.

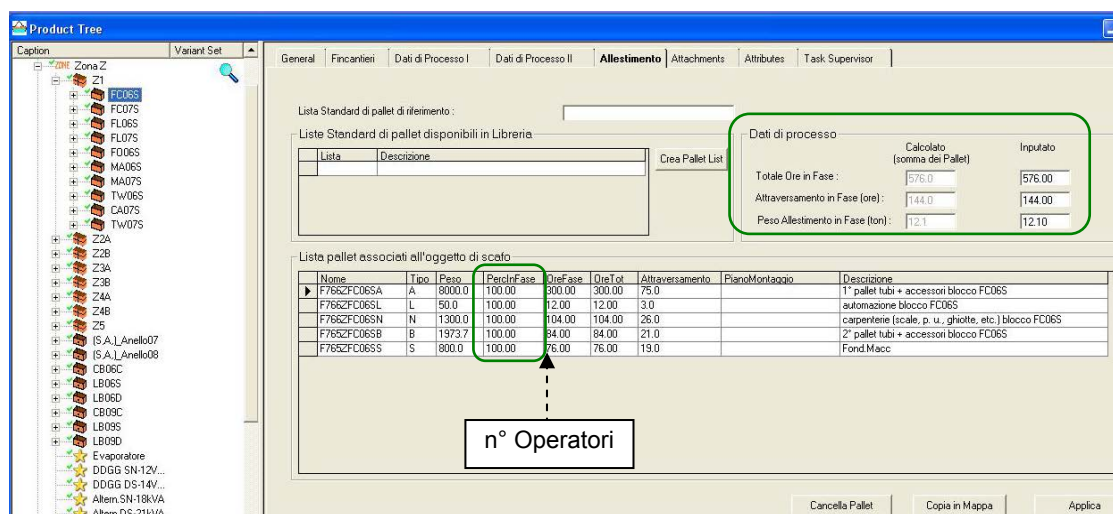
## 5.6.2 Gestione dei dati dei Pallet direttamente dal Product Tree

Al momento, per poter effettuare le necessarie modifiche di aggiustamento (il numero di operatori e la percentuale di montaggio in Fase) il pianificatore deve andare ad operare singolarmente su ciascun Pallet all'interno della Pallet List (si veda Fig. 5.6) perdendo però, in questo modo, la visione d'insieme su quello che è l'allestimento previsto per il generico oggetto di scafo (Blocco/Sezione).

Per operare con una "visione globale" (e ridurre il numero di passaggi da un ambiente all'altro, cioè dalla Pallet List al *Product Tree*), si propone, una volta caricata la Pallet List, di poter gestire alcuni dati dei singoli Pallet direttamente dal *Product Tree* a partire dalla tabella "Lista Pallet associati all'oggetto di scafo" (si veda la seguente Fig. 5.24), ad oggi solamente di visualizzazione. Il campo "PerInFase" (percentuale di montaggio in Fase) dovrà quindi essere editabile, mentre bisognerà aggiungere il campo "Operatori".

Infine, tra i "Dati di processo" (evidenziati in Fig. 5.24) dovranno essere previsti i campi: "Totale Ore Fuori Fase" e "Peso Allestimento fuori Fase", che dovranno aggiornarsi automaticamente modificando il numero di Operatori o la percentuale in Fase nella tabella sottostante, così da

dare al pianificatore un'immediata visualizzazione sull'eventuale lavoro che dovrà essere svolto in una fase successiva.



**Fig. 5.24** - Proposta di modifica per la gestione dei dati dei Pallet: editing direttamente dal *Product Tree* dalla tabella "Lista Pallet associati all'oggetto di scafo".

Infine, per ottenere una programmazione di Officina utile per l'ente COP (Controllo Produzione), responsabile di emettere le cedole con le ore da consuntivare per ogni attività in Stabilimento, tra le caratteristiche di ciascun Pallet dovrà essere aggiunta l'Officina a cui compete il montaggio (PRA, APP, FAM o ALE; si veda § 1.5).

### 5.6.3 Gestione dei Piani di Montaggio

Per quanto riguarda i Piani di Montaggio, è stata evidenziata la necessità di una gestione semi-automatica come per il caso dei Pallet.

In particolare, dal momento che nel file di import della Pallet List per ciascun Pallet viene riportato anche il relativo P.d.M., è stata avanzata la richiesta di poter usufruire dello stesso file per creare in automatico, come nel caso dei Pallet, la lista dei Piani di Montaggio con la relativa associazione ai Pallet.

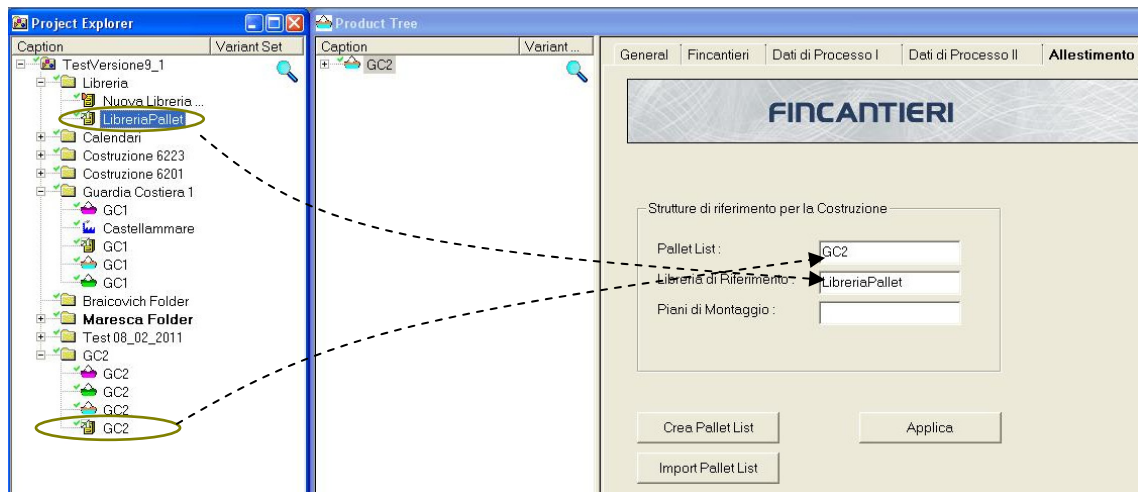
Nel caso invece in cui la Pallet List della Costruzione sia stata creata a partire da una Libreria di Liste standard, dovrà essere possibile, una volta creati e nominati gli oggetti "Piano di Montaggio" all'interno della struttura "nave verde", associare tramite *Drag&Drop* la Pallet List e far generare in automatico dal sistema la lista, per ogni P.d.M., dei Pallet associati, senza dover eseguire l'operazione di *Drag&Drop* singolarmente per ogni Pallet.

Infine, il calcolo degli anticipi per determinare le date milestone dei P.d.M. dovrà essere fatto considerando i giorni di ferie e/o festività reimpostati nel Calendario di riferimento (si veda § 3.5.3) e la data COP essere rinominata come data MAG (Magazzino), trattandosi della data in cui devono essere approntati i manufatti e/o i Pallet per poter iniziare il montaggio.

## Appendice

Ai fini della verifica del corretto funzionamento di tutti gli aspetti del programma, si è voluto andare a testare anche la funzionalità di generazione automatica dei Pallet a partire da una Libreria di Liste standard di Pallet. La verifica è stata condotta su una costruzione diversa dalla C.6223 e di dimensioni molto più ridotte (Progetto GC2 in Fig. 5.25).

La prima operazione eseguita è stata creare una libreria di Liste standard “prototipo”, caricando al suo interno solo quattro liste di Pallet di Locale Apparato motore. In particolare due liste di Pallet di S.R. 6000 e altre due di S.R. 7000. All'interno di ciascuna Lista si è quindi andati a creare un certo numero di Pallet, definendo per ciascuno la tipologia (A, B, H, ecc.). La libreria di liste così ottenuta, è stata quindi associata alla relativa costruzione come illustrato nella seguente Fig. 5.25 (*Drag&Drop* della Libreria nel campo “Libreria di Riferimento” associato alla “nave arancione” GC2).



**Fig. 5.25** - Creazione di una Pallet List mediante l'utilizzo di una Libreria di Liste standard di Pallet.

A questo punto, dato il comando “Crea Pallet List”, il sistema ha generato in automatico all'interno della Pallet List, grazie all'associazione con la Costruzione, tante sottolibrerie quante sono le Zone della C.GC2 e per ogni oggetto di scafo sono state caricate in automatico nella tabella “Liste Pallet associati all'oggetto di scafo” le possibili Liste da utilizzare. A seconda che si tratti di un Blocco o di una Sezione, il sistema carica solamente le liste della Sottorete corrispondente (per Blocco Liste Pallet 6000, per Sezione quelle di 7000) presenti nella Libreria di Liste standard associata. Quanto appena detto, viene illustrato nella seguente Fig. 5.26.

A questo punto, per ogni elemento di scafo (Blocco/Sezione) presente nel *Product Tree*, è stato possibile scegliere quale lista standard di riferimento utilizzare per la creazione automatica dei Pallet (punto 1 in Fig. 5.26, lista selezionata L4) e quindi, dando il comando “Crea Pallet List”, farli generare dal sistema all'interno della Pallet List della Costruzione (nell'esempio sempre di Fig. 5.26, trattandosi della Sezione C1 della Zona C, i Pallet sono stati creati di tipo 7000 e

all'interno della sottolibreria "Zona C") nel numero e della tipologia indicati nella Lista di riferimento scelta. Inoltre, i Pallet così generati, vengono anche automaticamente codificati secondo le regole di palletizzazione utilizzate in Fincantieri. In realtà alcuni campi del codice Pallet vengono lasciati vuoti, in particolare: per i Pallet di 7000 bisognerà aggiungere la Fire Zone (4° carattere) e il numero di disegno (6° e 7° carattere, come in Fig. 5.26), mentre per i Pallet di 6000 solamente la Fire Zone (4° carattere).

The screenshot displays the software interface for creating a Pallet List. It features several key components:

- MfgFeature Library Tree:** Shows a hierarchy of zones (Zona C, A, E, G, Z, L, H, T) and pallet types (F77-C-AS1A, F77-C-BS1A, F77-C-ES1A, F77-C-HS1P, F77-C-MS1M).
- Pallet List della Zona C della Costruzione GC2:** A form with fields for Type (Pallet 7000), External ID, Variant Set, Comment, Created by (Maresca), Last modified by (Maresca), Date (24/2/2011 15:59:47), and ID (324141).
- Product Tree:** Shows the 'FINCANTIERI' section with a 'Lista Standard di pallet disponibili in Libreria' table. A box labeled '1' highlights the 'L4' entry in the 'Lista Standard di pallet di riferimento' field.
- Lista pallet associati all'oggetto di scafo:** A table with columns: Nome, Tipo, Peso, PercInFase, OreFase, OreTot, Attraversamento, PianoMontaggio, Descrizione. The table lists pallet types A, B, E, H, and M with zero values for weight and phase-related metrics.
- Dati di processo:** A section with input fields for 'Calcolato (somma dei Pallet)' and 'Inputato', both showing 0.00. Boxes 'a.' and 'b.' highlight these fields.

Fig. 5.26 - Creazione automatica della Pallet List mediante l'utilizzo di Liste standard.

Le caratteristiche dei Pallet così generati nella Pallet List, vengono riportate nella tabella "Lista Pallet associati all'oggetto di scafo". Come si vede dalla Fig. 5.26, i valori sono tutti a zero. Questo perché i Pallet delle Liste standard sono vuoti; l'unico parametro definito è la tipologia (A, B, H, ecc.). E' quindi compito dell'utente, una volta generata la Pallet List, provvedere alla compilazione dei dati necessari (numerosità o metri, ore/pezzo e numero di operatori) man mano che la P.E. di Allestimento procede.

Nel suo complesso la verifica ha dato un esito positivo. In altri termini la generazione automatica dei Pallet a partire da una "Libreria di liste standard" funziona correttamente.

## **Allegati:**

- A. Suddivisione in Unità di Imbarco della C.6223
- B. Programma Imbarchi della C.6223
- C. Target per U.d.I. della Zona Z - C.6223
- D. Tavole: particolari in pianta della Zona Z estratti dal Piano Generale della Costruzione in esame, utilizzati per l'individuazione dei volumi omogenei a cui attribuire i Piani di Montaggio
- E. Esploso Blocchi e Sezioni ("Cicli di Lavoro") della Zona Z
- F. Codifica dei Pallet e dei Piani di Montaggio



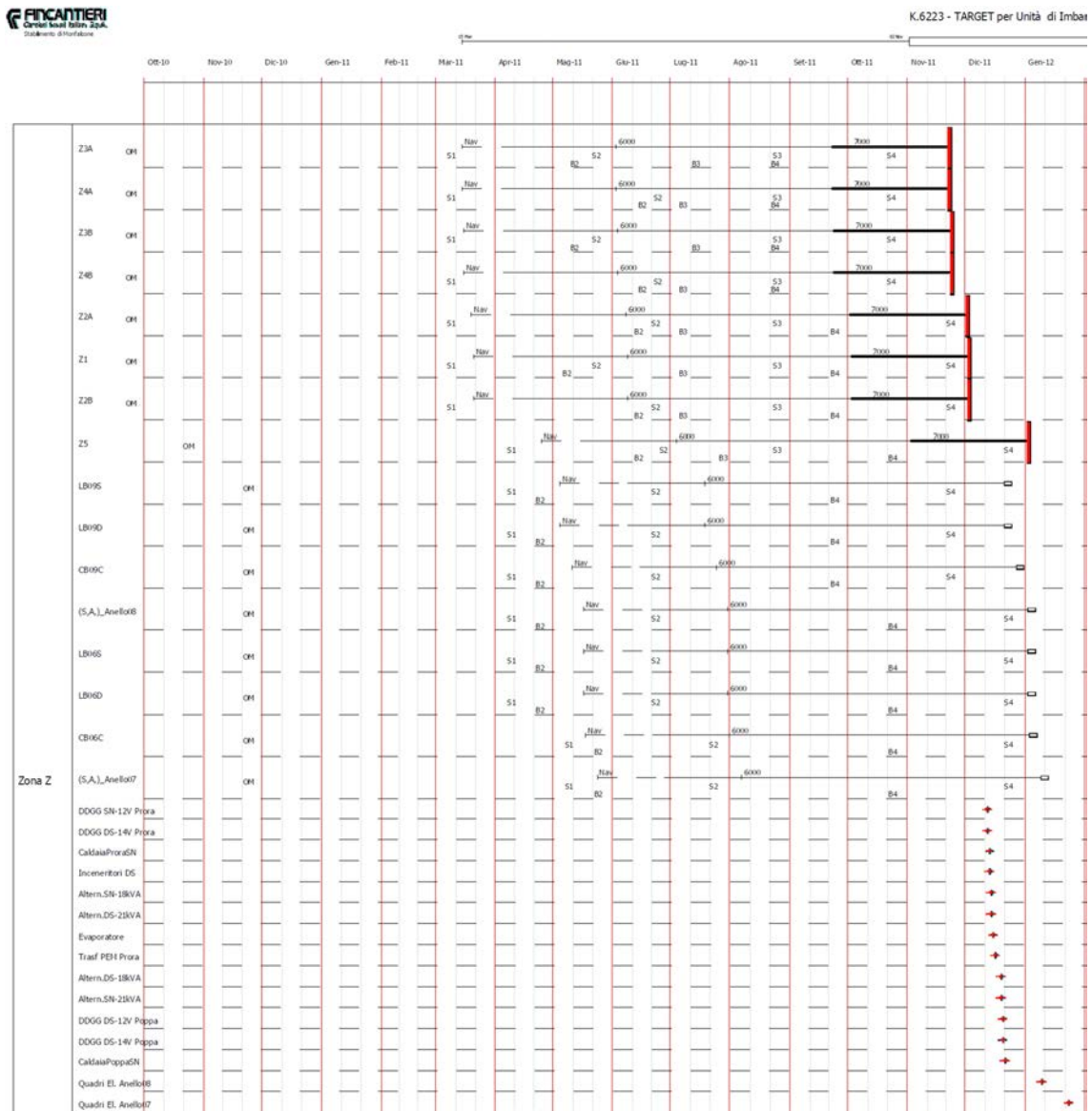
### A – Suddivisione in Unità di Imbarco della C.6223



Suddivisione nave in Unità di Imbarco e loro codifica. Individuazione delle Sezioni sinistre (SN) e destre (DN) per le Zone Z, A ed E.



## C – Target per U.d.I. della Zona Z della C.6223



Estratto del Target per Unità di Imbarco realizzato con Tecnomatix: Zona Z della Costruzione in esame. Si rimanda ai Capitoli 2 e 3 per quanto riguarda rispettivamente la sua lettura e la generazione mediante Tecnomatix.

D – Tavole

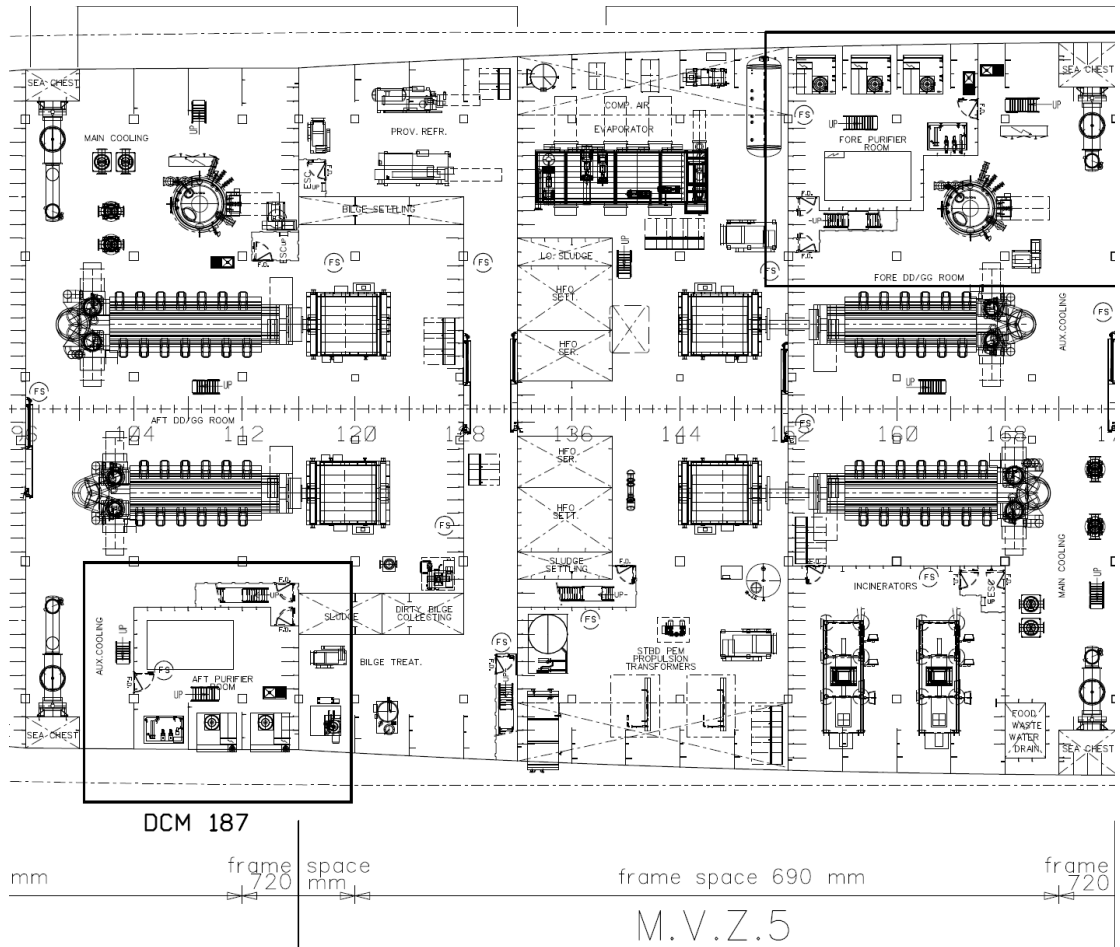


Tavola 1 - Zona Z; Ponte 1, Ord.95-Ord.176.

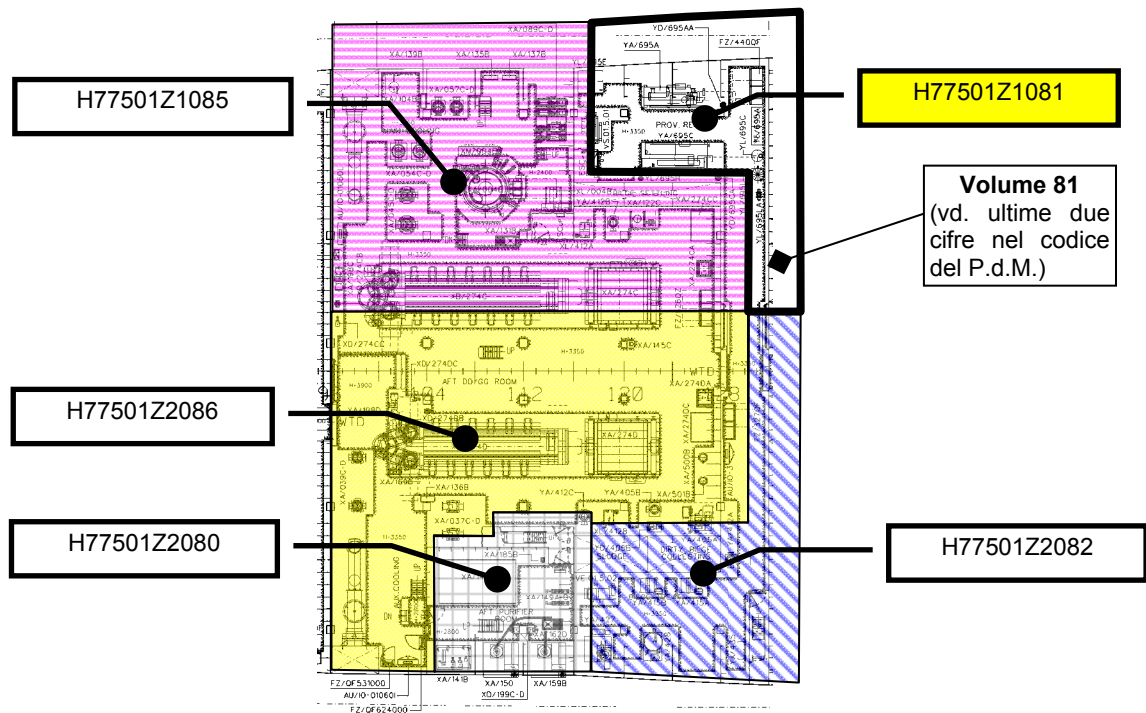


Fig. 5.27 - Zona Z-Poppa (Ord.95-Ord.132); individuazione dei Volumi (tra ponti: 01-03) e dei relativi PdM.

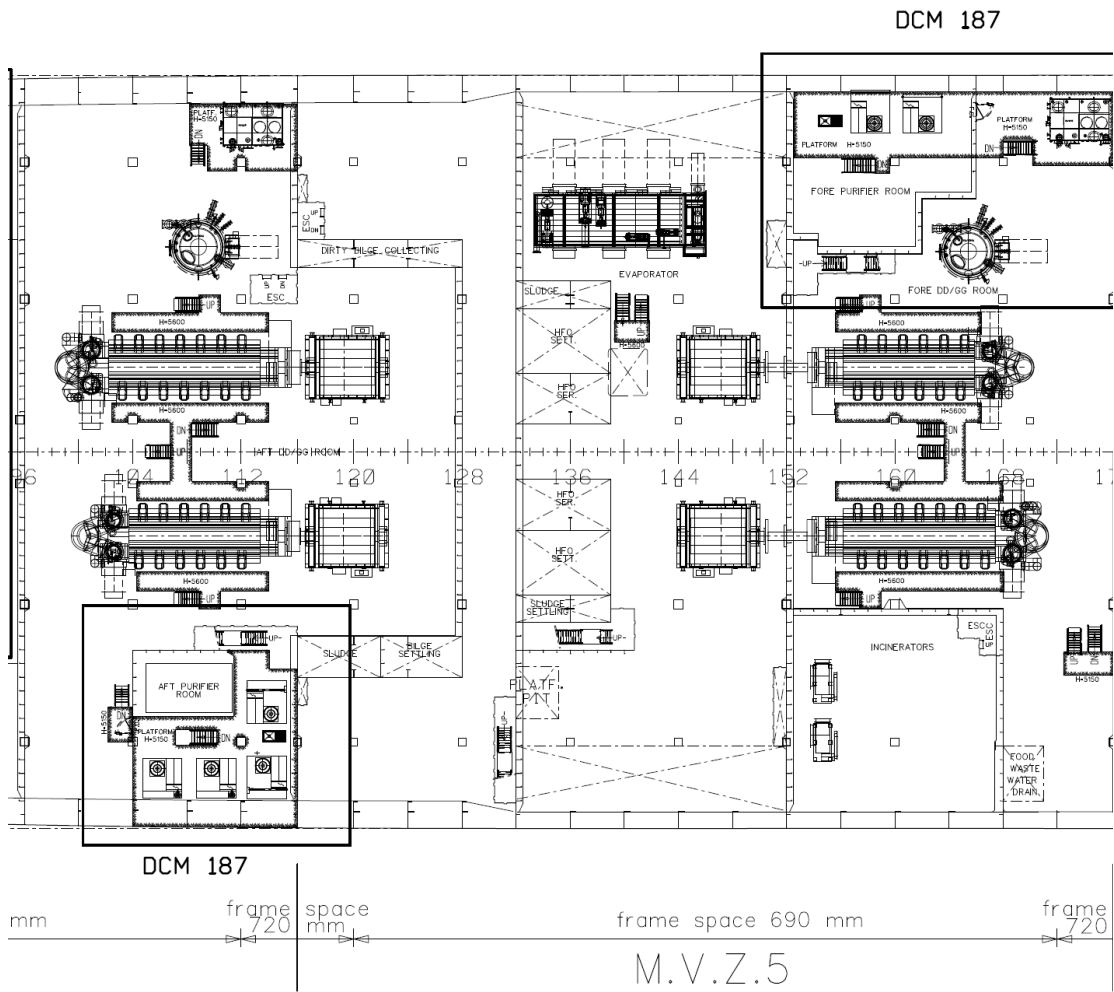
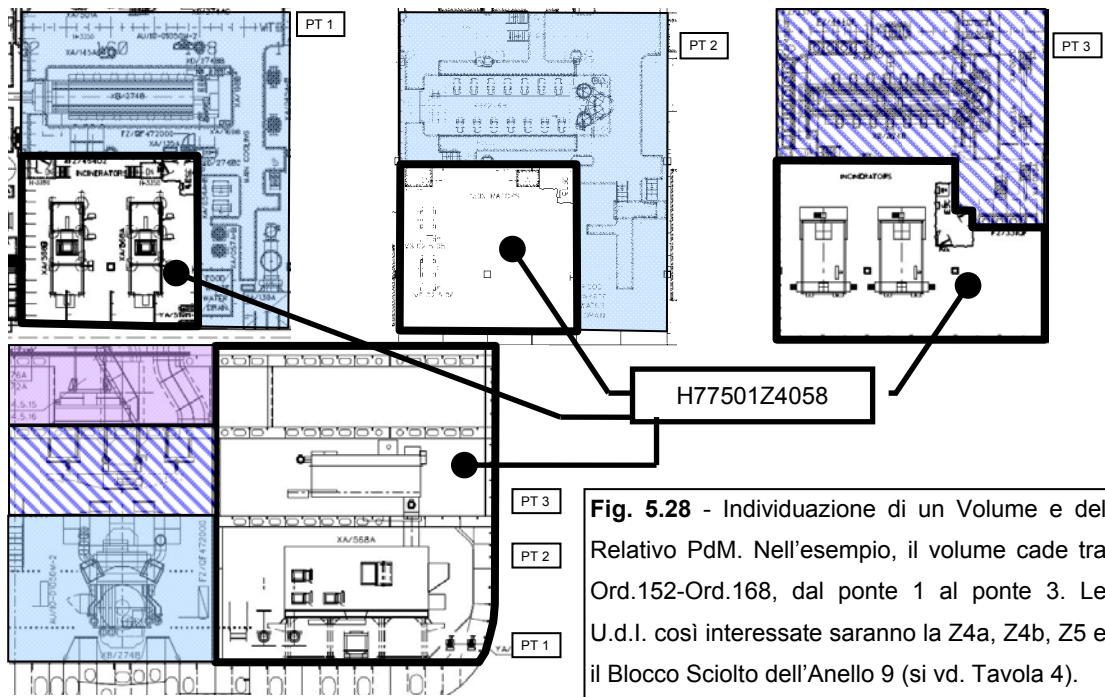


Tavola 2 - Zona Z; Ponte 2, Ord.95-Ord.176.



**Fig. 5.28** - Individuazione di un Volume e del Relativo PdM. Nell'esempio, il volume cade tra Ord.152-Ord.168, dal ponte 1 al ponte 3. Le U.d.I. così interessate saranno la Z4a, Z4b, Z5 e il Blocco Sciolto dell'Anello 9 (si vd. Tavola 4).

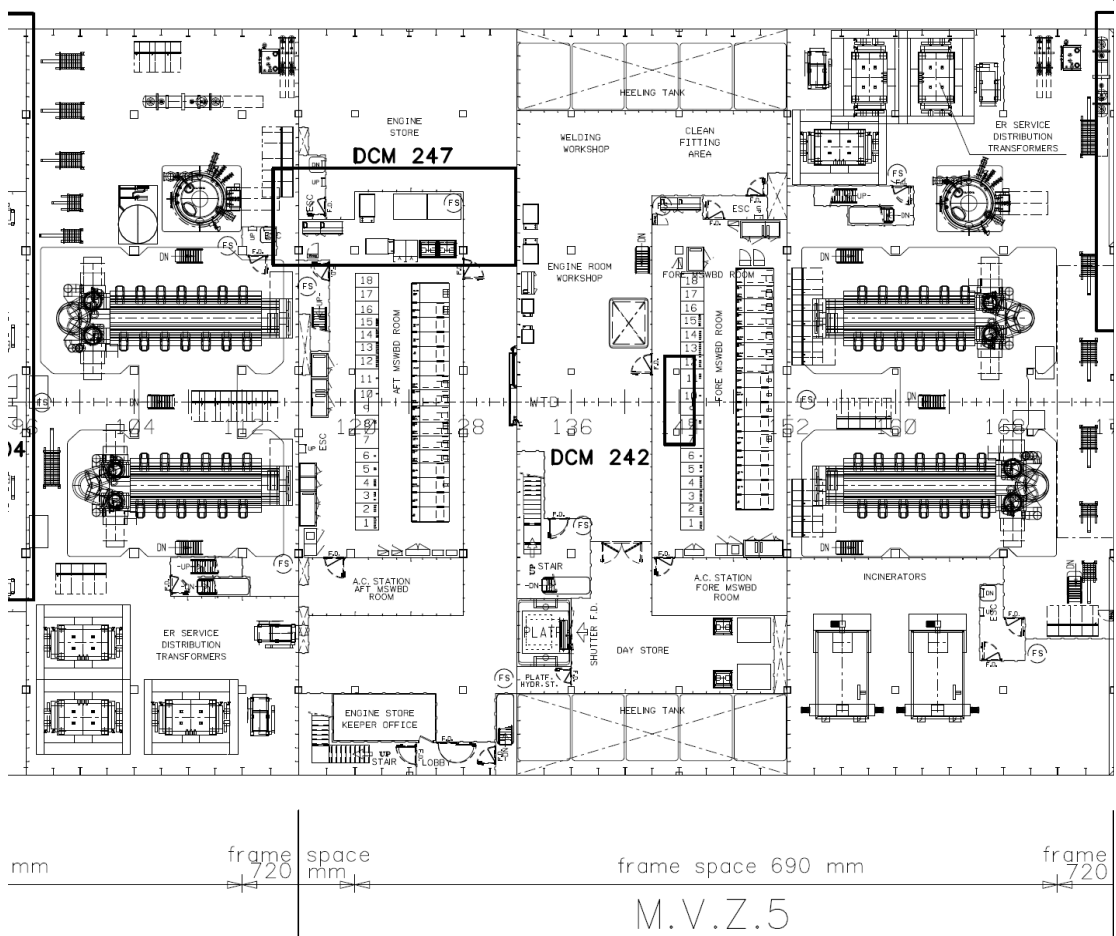


Tavola 3 - Zona Z; Ponte 3, Ord.95-Ord.176.

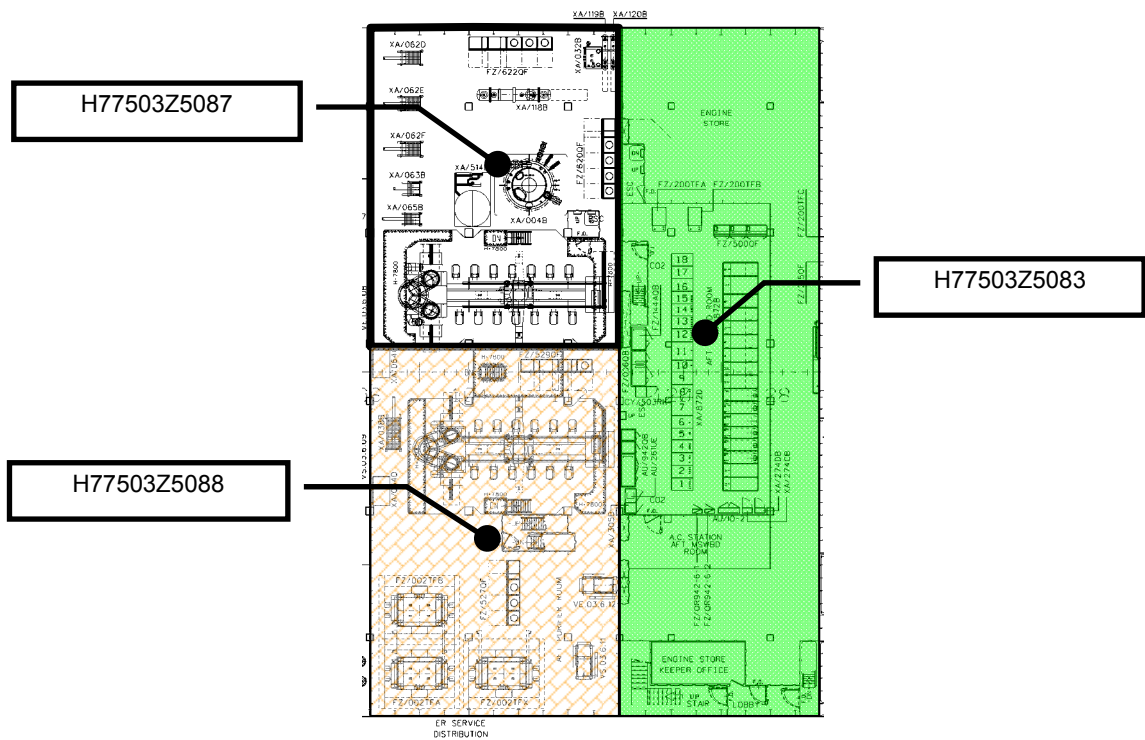


Fig. 5.29 - Zona Z-Poppa (Ord.95-Ord.132); individuazione dei Volumi (tra i ponti: 03-04) e dei relativi PdM.







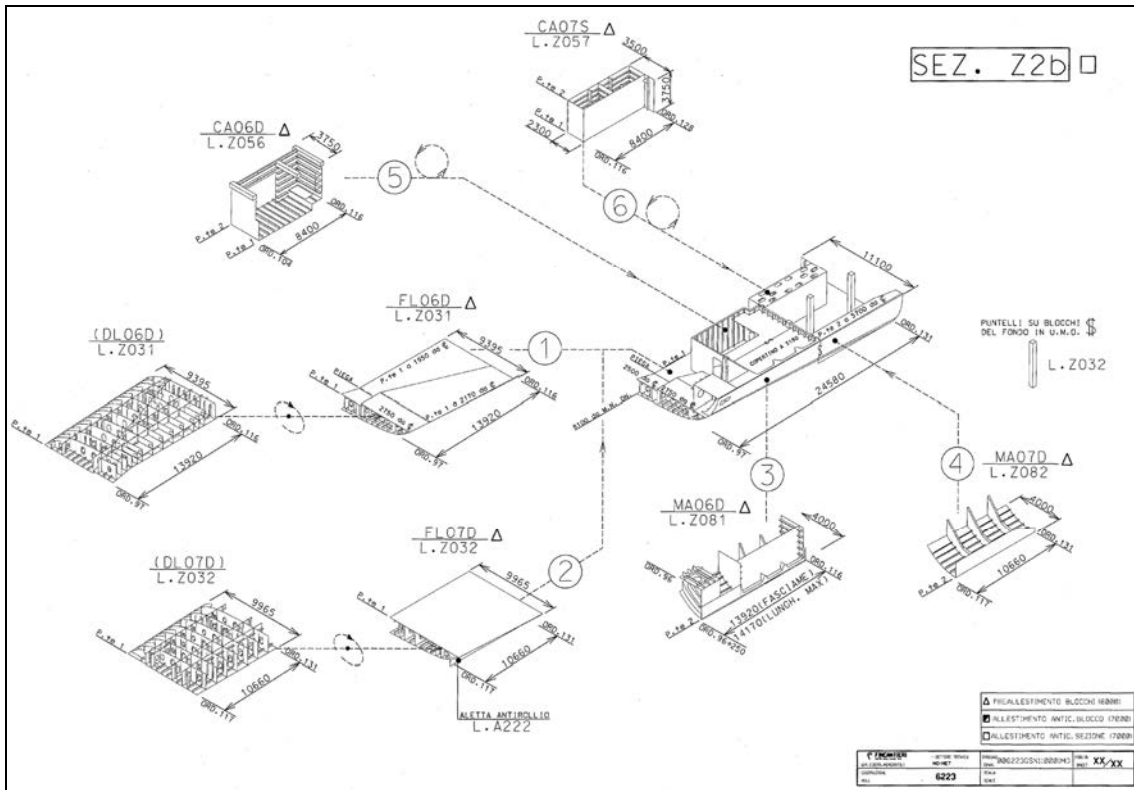


Tavola 8 - Sezione Z2b

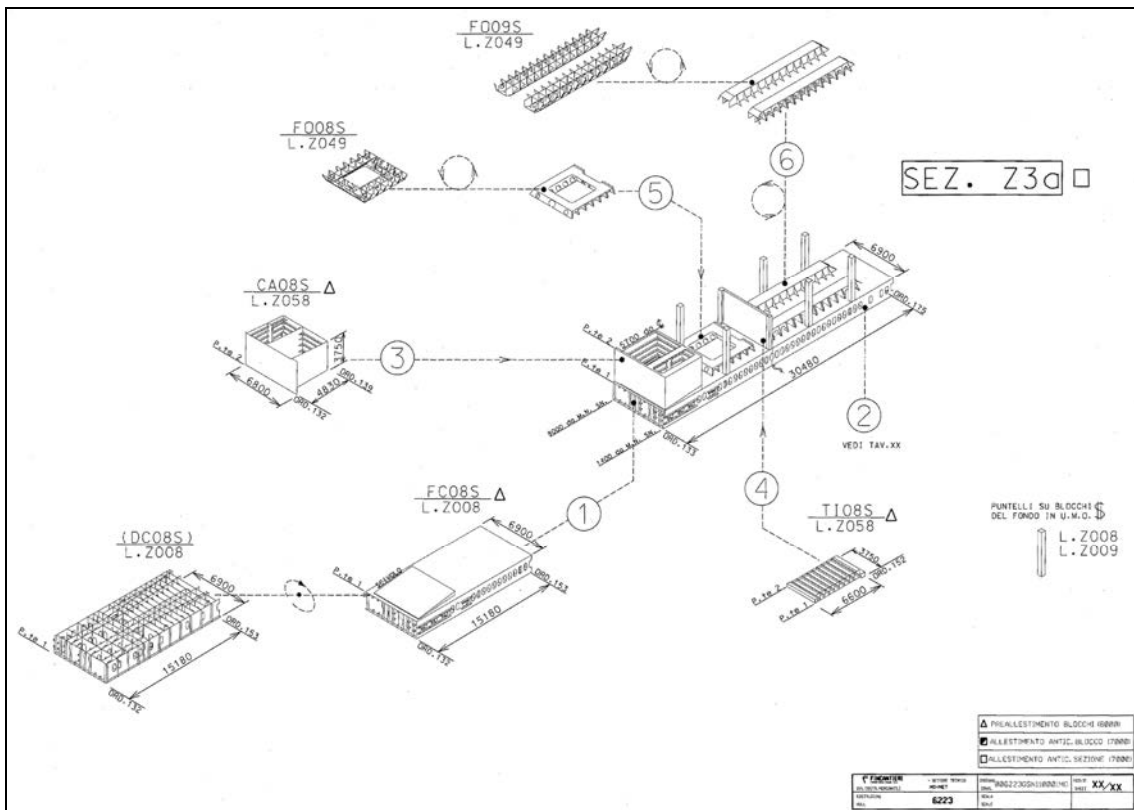


Tavola 9 - Sezione Z3a



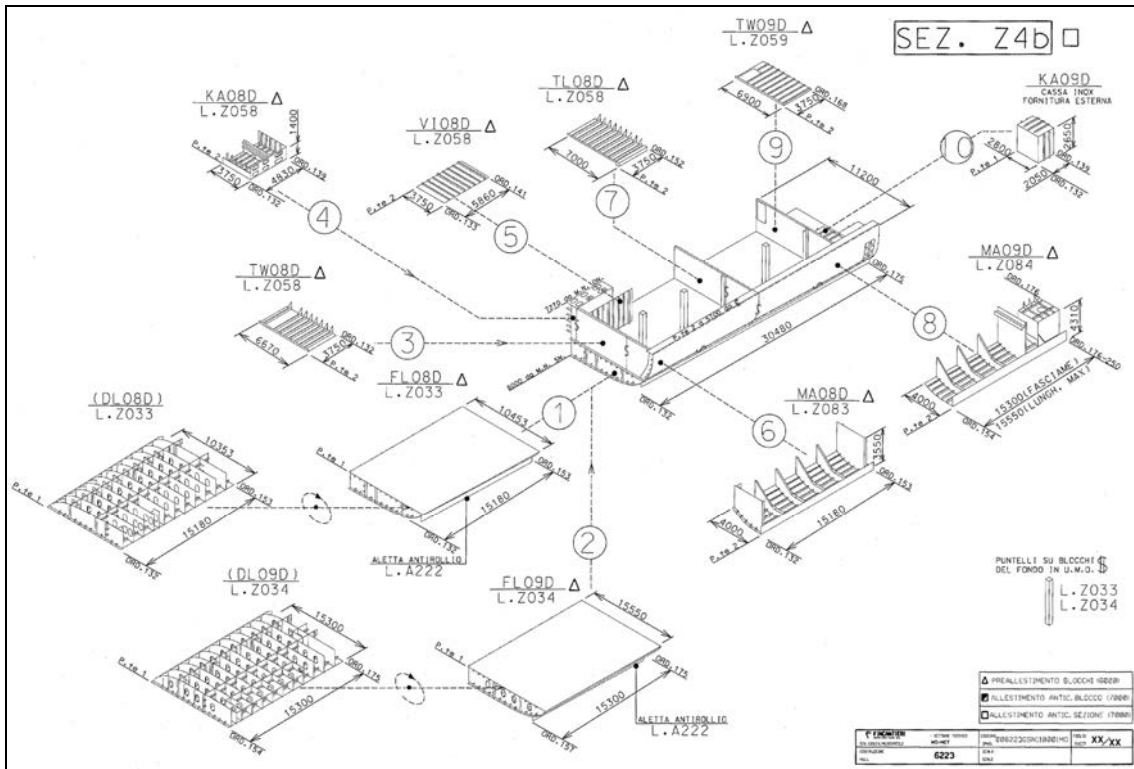


Tavola 12 - Sezione Z4b

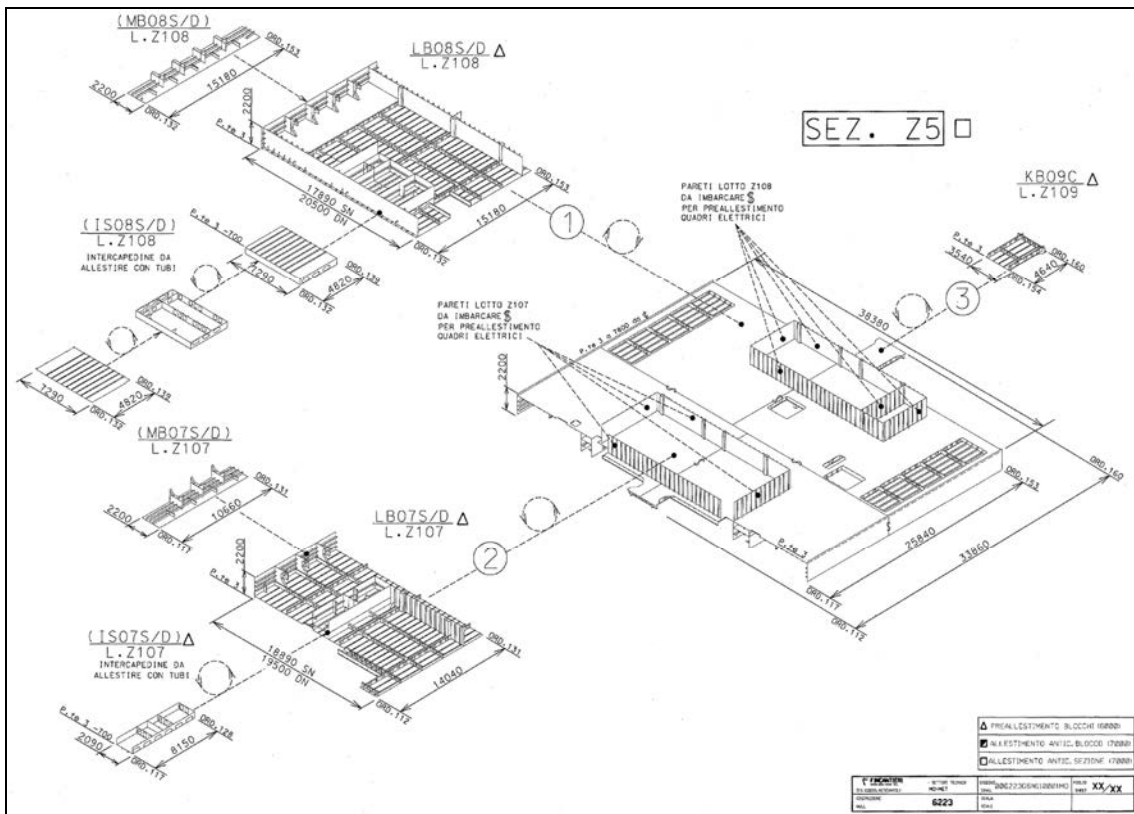
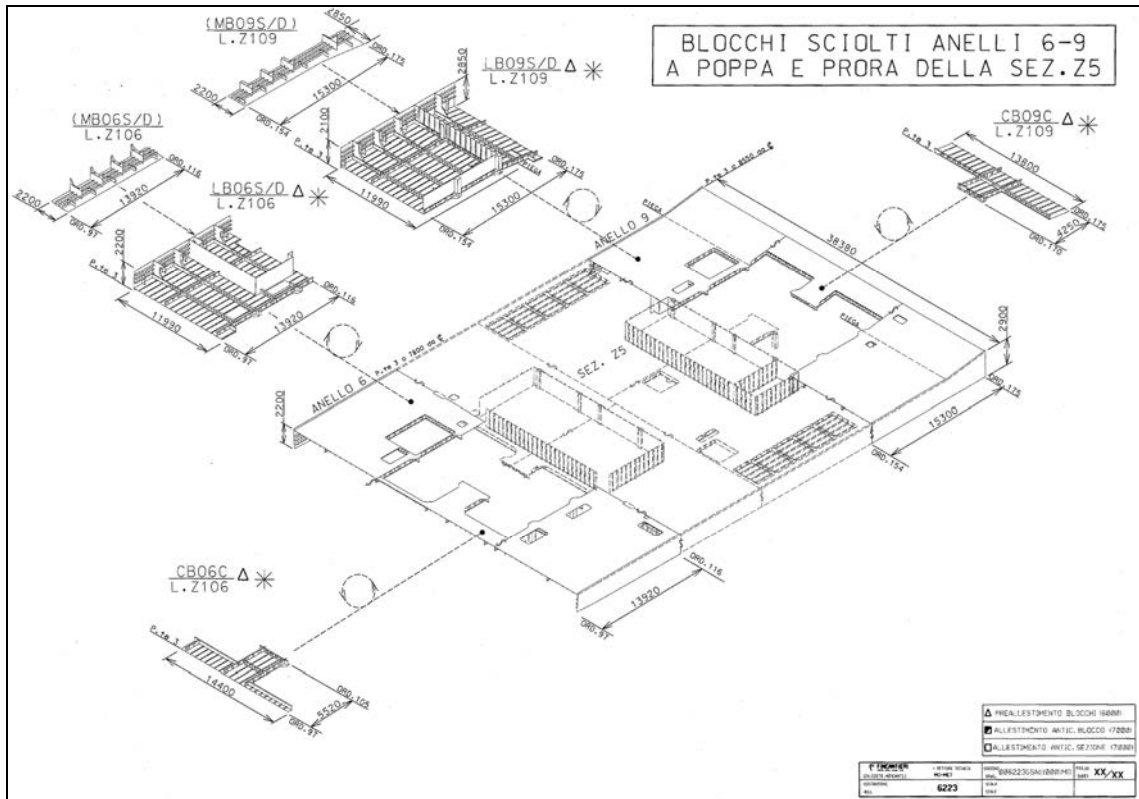


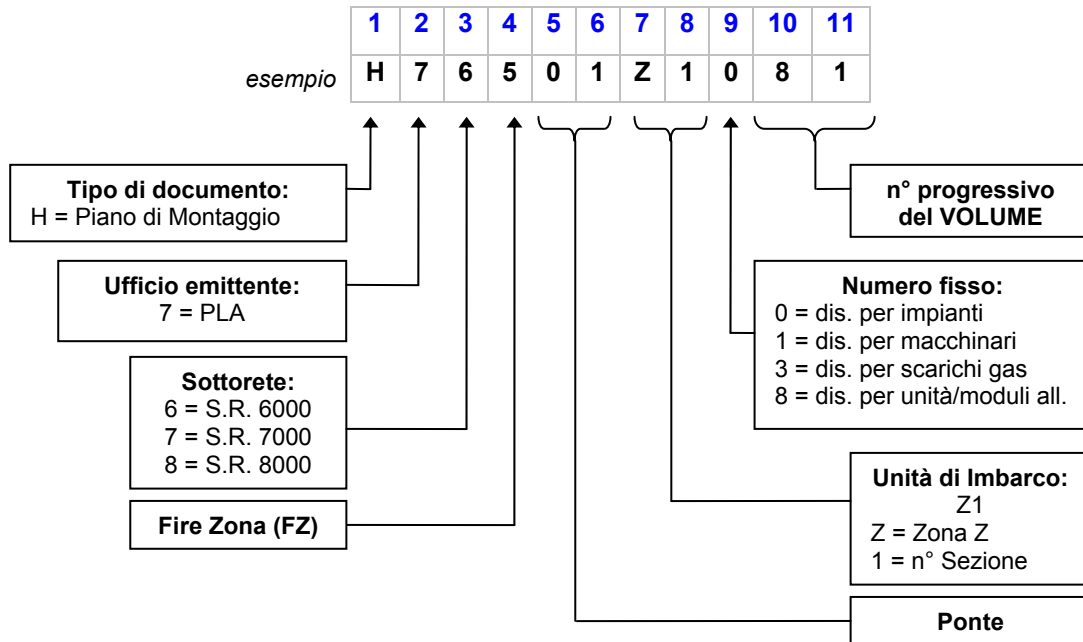
Tavola 13 - Sezione Z5



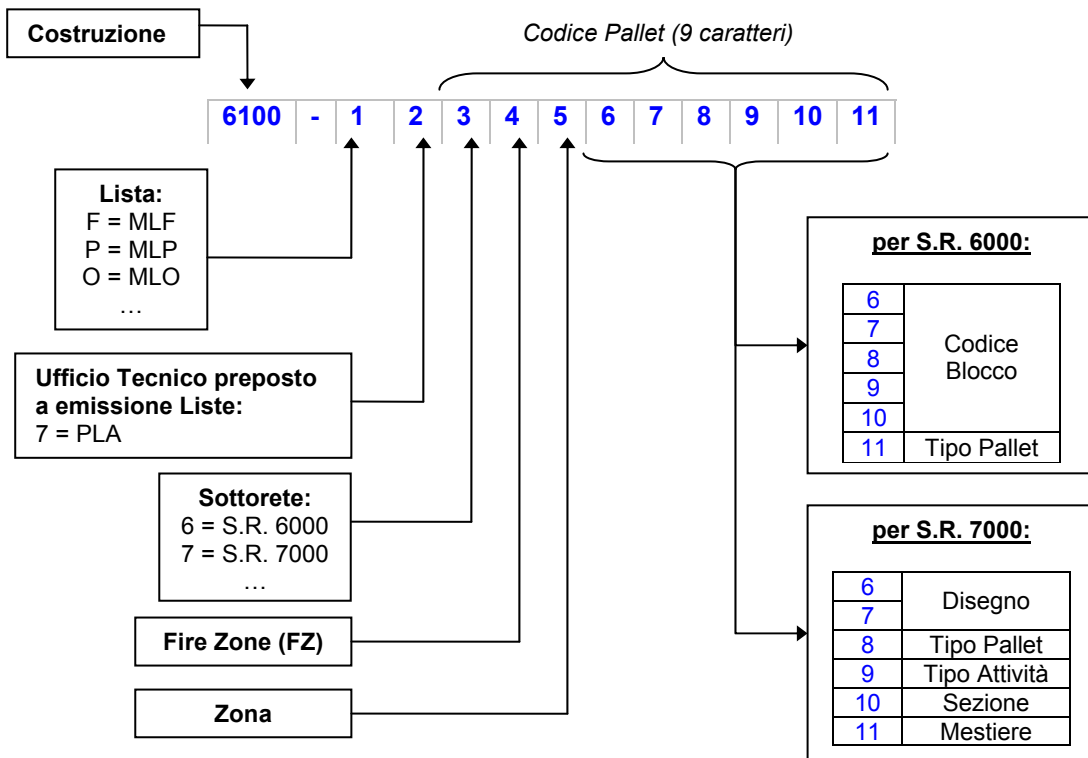
**Tavola 14** - Blocchi Sciolti di Zona Z: MB06S/D; MB09S/D(S: Sinistro, D: Destro); CB06C; CB09C

## F – Codifica dei Pallet e dei Piani di Montaggio (P.d.M.)

### Codifica dei Piani di Montaggio



### Codifica dei Pallet



# Conclusioni

Il motivo che ha portato all'adozione da parte di Fincantieri di un sistema informatico di *digital manufacturing* a supporto delle attività di P.E. risiede nella necessità di ridurre i costi di processo, con l'obiettivo di fornire prodotti di elevata qualità (grandi navi da crociera in primis) contenendo i costi e rispettando i tempi di consegna in un mercato, quello delle costruzioni navali, sempre più competitivo e difficile a causa della continua riduzione del *time to market*. Inoltre, si voleva incrementare la portata delle attività di pianificazione per la produzione, nonché ottimizzare e integrare i sistemi produttivi all'interno dell'Azienda come all'interno di un unico grande cantiere flessibile.

L'introduzione di Tecnomatix® a supporto delle attività di pianificazione e programmazione della produzione svolte presso l'Ufficio Metodi Fincantieri, ha consentito innanzitutto di razionalizzare l'approccio a tali attività su tutti gli Stabilimenti del Gruppo, portando all'adozione di un metodo comune di lavoro grazie alla creazione di un Database tuttora in forte evoluzione, Database di librerie di Mappe di Processo (di Scafo) e di Navi di Riferimento, costruito con i dati di ritorno della produzione e portando inoltre a una standardizzazione della documentazione utilizzata per sintetizzare le informazioni relative alla programmazione vera e propria (il PAC – Programma Allacciamento Centri).

Ciò ha condotto a un notevole risparmio in termini di tempo e denaro necessari allo sviluppo della programmazione, nonché l'elevazione della qualità della stessa. Inoltre, il sistema ha permesso di centralizzare la pianificazione iniziale a supporto del management nel processo decisionale (in quale Stabilimento costruire la nave e in che tempi), consentendo poi di inviare il lavoro svolto (P.E. di 1° Livello) allo Stabilimento delegato alla costruzione. In tal modo, il sistema è diventato anche lo strumento di comunicazione tra tutti gli Stabilimenti del Gruppo, consentendo lo scambio della documentazione di P.E. in tempi estremamente ridotti.

Il presente lavoro, che si inserisce in un momento di forte sviluppo del sistema, ha permesso di definire una linea guida generale che permetta a un utente esperto di tecnica navale di acquisire le più razionali competenze operative nell'utilizzo del sistema nell'attività di P.E. per quanto concerne la parte Scafo.

Inoltre, illustrando l'attività di test svolta sull'implementazione introdotta solo di recente nel sistema (gennaio 2011) inerente al pre-allestimento di Blocchi e Sezioni, si è fornita una prima

indicazione sulla procedura di utilizzo di questa nuova funzionalità.

Con riferimento ai test di funzionalità eseguiti per la parte Allestimento, si può affermare che il sistema opera correttamente, sulla base di quanto concordato tra Fincantieri e Siemens, solo per quanto riguarda la programmazione delle attività di pre-allestimento dei Blocchi, mentre dovrà venir ricalibrato per la programmazione delle Sezioni in quanto attualmente, al momento del trasferimento dei dati alla Mappa di Processo di scafo, il sistema sovrascrive il tempo di Attraversamento per il pre-allestimento delle Sezioni nel campo "Allestimento Residuo", non consentendone quindi una corretta pianificazione. Inoltre, anche la modalità per il calcolo dell'"inizio attività di S.R. 7000" risulta da modificare, basandosi sulla computazione di un anticipo standard rispetto al termine delle attività scafo anziché prendere come riferimento la data di imbarco del primo Blocco in Sezione.

Per quanto riguarda invece la programmazione delle date di occorrenza dei Pallet (sia di S.R. 6000 sia di S.R. 7000) e la definizione delle date milestone dei Piani di Montaggio, si può affermare che i risultati ottenibili dal sistema sono corretti.

Tuttavia, per i Piani di Montaggio, occorrerà prevedere una procedura più semplice per la loro creazione e associazione ai relativi Pallet. In particolare, in un caso come quello trattato nel Capitolo 5, in cui la Pallet List viene importata da un file esterno, il sistema dovrà essere in grado di generare automaticamente la distinta dei P.d.M. a partire dallo stesso file di import dei Pallet dal momento che in quest'ultimo ogni Pallet è già associato al relativo P.d.M..

Il risultato più interessante comunque è che, grazie a questa implementazione, sarà possibile gestire in modo più puntuale le occorrenze dei materiali di Allestimento. Ad oggi infatti, l'approvvigionamento dei materiali in Stabilimento si basa sul Target per Zone, in particolare sulla base degli Stadi in esso indicati (S1, S2, S3 ed S4). Risulta pertanto evidente (essendo una Zona composta da più Sezioni e queste a loro volta da più Blocchi) di quale imponente quantitativo di materiali a magazzino lo Stabilimento si trovi a dover far fronte. Introducendo ora in Tecnomatix anche i Pallet e la possibilità di definire in automatico sulla base della disponibilità dello Scafo la loro data di occorrenza, si potrà invece, oltre ad avere una programmazione più precisa (basata sull'effettivo contenuto di lavoro del pre-allestimento), andare anche a gestire in modo più puntuale le occorrenze dei materiali e, di conseguenza, scandire nel tempo gli arrivi e gli stoccaggi in magazzino.

Inoltre, prevedendo di introdurre per ogni Pallet l'Officina competente per il montaggio (PRA, APP, FAM, ecc.), si riuscirà a ricavare anche una programmazione mirata delle singole Officine sulla base dell'effettivo contenuto di lavoro da sviluppare, utile all'ente COP ai fini della cedolazione.

Per quanto riguarda i prossimi step nell'implementazione di Tecnomatix, due sono le aree verso cui tendere: la prima, dovrà riguardare la possibilità di generare attraverso Tecnomatix un Master Phasing Plan (MPP), organizzato per Unità di Imbarco, e che sia di riferimento per il Project Manager (PM) di Commessa; la seconda, dovrà essere invece rappresentata dall'introduzione della programmazione delle attività di Allestimento a bordo (in bacino), svincolandosi dal concetto di Blocco/Sezione/Zona e passando invece alla logica di Fire

Zone/Ponte e Locale.

In particolare, per quanto riguarda il MPP, l'obiettivo dovrà essere quello di sfruttare le logiche di pianificazione/programmazione presenti nel sistema, per ottenere in tempi rapidi, fin dalle prime fasi, delle milestones figlie del Target per U.d.I. che siano di riferimento per il PM di Commessa e che costituiscano le scadenze per l'ingegneria (Funzionale e di Sviluppo).

L'intenzione cioè, dovrà essere quella di elevare la funzionalità dello strumento finora utilizzato da MET per eseguire prima lo "Studio di Fattibilità" (Fase di Acquisizione della Commessa) e poi la pianificazione e la programmazione delle attività di costruzione della nave (da NAV a PRS e MON), in modo da ottenere una serie di dati che consenta un'integrazione spinta tra i seguenti attori: l'Ingegneria (più l'Ufficio Acquisti), l'Ente Metodi e il COP. Tutto ciò a vantaggio della Qualità del prodotto nave finale, come si può evincere dalla Fig. 1.

I report prodotti da tale software dovranno inoltre divenire interfacciabili con gli altri sistemi informatici aziendali, al fine di massimizzare l'efficienza della produzione. Sulla base dei risultati conseguiti sarà possibile definire una più completa ed articolata linea guida, di cui si propone oggi, con questo lavoro, una prima traccia per il più razionale utilizzo del sistema Tecnomatix.



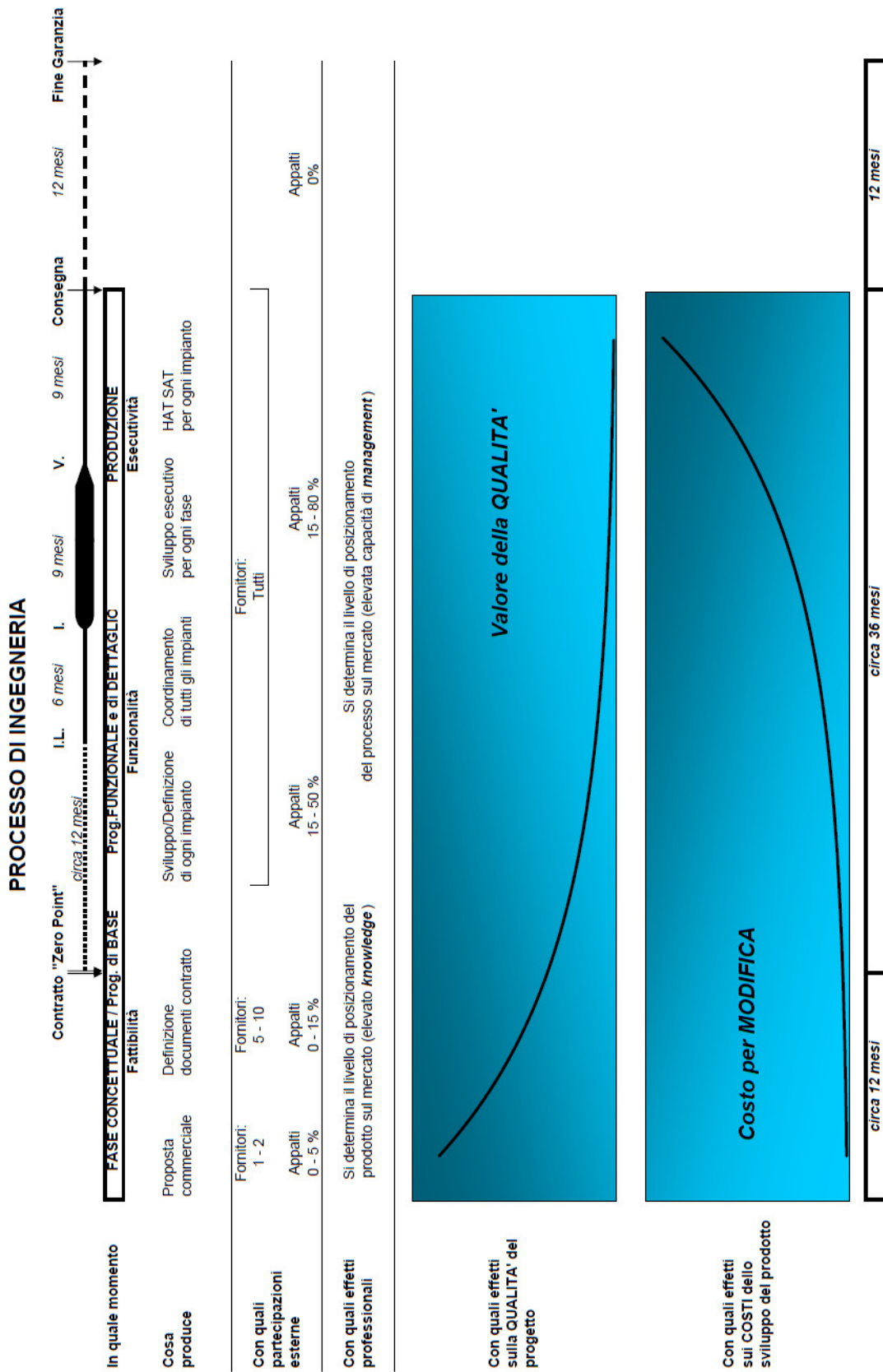


Fig.1 - Schematizzazione del processo di Ingegneria e influenza sulla Qualità del prodotto.

# Bibliografia

- [1] “Bilancio Consolidato 2009”; <http://www.fincantieri.com/cms/data/pages/000127.aspx>
- [2] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Project Management di Commessa*”; Linee Guida 010-002, Data: 21/12/2000.
- [3] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Programmazione della Progettazione e degli Acquisti*”; Linee Guida 010-009, Data: 30/11/2001.
- [4] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Programmazione della Produzione*”; Linee Guida 010-010, Data: 30/11/2001.
- [5] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Work Breakdown Structure*”; Norma 041-032 – Rev.2, Data: 26/09/2001.
- [6] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Production Engineering*”; Linee Guida 010-005; Data: 28/01/2001.
- [7] Fincantieri – Manuale dell’Organizzazione: “*Production Engineering*”; Linee Guida 010-005 (in via di sviluppo NON Ufficiale, a sostituzione di [6]); Data: 29/06/2009.
- [8] Fincantieri – Manuale Operativo: “*Criteri di Suddivisione Nave e Codifica Scafo*”; MC-043I-895; Data: 24/07/2008.
- [9] Fincantieri – Manuale Operativo: “*Codifica Attività e Zonificazione*”; MM-042I-303 – Rev.A; Data: 08/10/2009.
- [10] Fincantieri – Manuale Operativo: “*Codici Attività / Pallet e Rete: Determinazione ed Interpretazione*”; MC-043X – Bozza; Data: 2010.
- [11] M.Faccin, SIEMENS PLM Software: “Simulazione e Pianificazione della Produzione Scafo in Fincantieri”, 2010; confidential.
- [12] SIEMENS PLM Software: “Brochure Tecnomatix”; [http://www.plm.automation.siemens.com/it\\_it/Images/4998\\_tcm71-3257.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/it_it/Images/4998_tcm71-3257.pdf)
- [13] SIEMENS PLM Software: “Quando la cantieristica navale ragiona in digitale”; [http://www.plm.automation.siemens.com/it\\_it/Images/Fincantieri\\_tcm71-71262.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/it_it/Images/Fincantieri_tcm71-71262.pdf)
- [14] R.Rossini, SIEMENS PLM Software: “Sistema Tecnomatix di simulazione costruzione scafo: Manuale d’Uso Rev.8.2”, 03/2010; confidential.
- [15] Specifica Funzionale per l’implementazione del software: “Fincantieri MdP 8.3 – Allestimenti; Specifica Funzionale”, 22/07/2010.

**SITI INTERNET:**

<http://www.fincantieri.it>

[http://www.plm.automation.siemens.com/it\\_it/](http://www.plm.automation.siemens.com/it_it/)

# Ringraziamenti

Alla fine di questo lavoro, desidero ringraziare alcune persone che mi hanno aiutato nello svolgere questa Tesi.

Il mio relatore, il **Prof. Marco Biot**, per l'infinita pazienza, la disponibilità, la cortesia, la competenza e il grande sostegno fornitomi lungo tutto il periodo in cui ho sviluppato questo lavoro.

*Fincantieri S.p.A.* e in particolare il mio correlatore, l'**Ing. Alessandro Nevierov**, responsabile dell'Ufficio Metodi Centrale, che mi ha permesso di elaborare questa Tesi con il supporto delle strutture Fincantieri.

Lo staff dell'Ufficio Metodi di *Fincantieri S.p.A.* per l'accoglienza che mi ha dato e l'aiuto sempre pronto. In modo particolare il mio ringraziamento va a **Livio Santin**, **Vincenzo Maresca**, **Andrea Alessio** e **Giulio Tomasi** per l'enorme aiuto che mi hanno fornito, per tutto quello che, con infinita pazienza, mi hanno insegnato, per la disponibilità e il tempo che, anche nelle giornate di lavoro più impegnative, hanno speso per me.

**Piercipriano**, amico paterno e fraterno, che con i suoi consigli e la sua sagacia mi ha consentito di "allargare gli orizzonti"....

**Matilde**, che mi ha sopportato in momenti di grande angoscia e frustrazione, sostenendomi con la sua presenza e tutto il suo affetto.

**Paola**, amica vera e preziosa.

I miei genitori, per tutto il sostegno e l'amore che non mi hanno mai fatto mancare. Li ringrazio per avermi sempre incoraggiato e per essermi stati costantemente vicini, soprattutto nei momenti più difficili.